

## Surface like illumination system

**Publication number:** CN1177120

**Publication date:** 1998-03-25

**Inventor:** FUKUI ATSUSHI (JP); NISHI KANJI (JP); TAKAMOTO KENJI (JP)

**Applicant:** MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD (JP)

**Classification:**

- **International:** F21V8/00; F21V8/00; (IPC1-7): G02F1/1335

- **European:** G02B6/00L6

**Application number:** CN19971011510 19970509

**Priority number(s):** JP19960114537 19960509

**Also published as:**



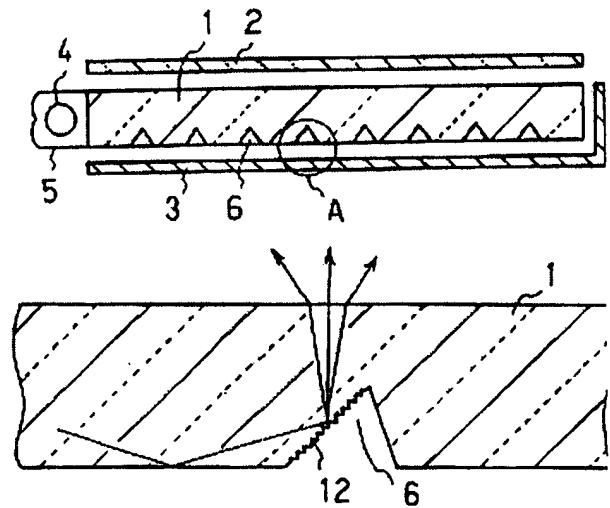
US5980054 (A)

Report a data error he

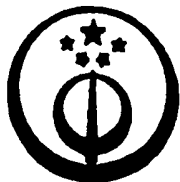
Abstract not available for CN1177120

Abstract of corresponding document: **US5980054**

An efficient, luminous and energy-saving panel-form illuminating system suitable for mass-production, comprising at least a photoconductor, a linear light source at one side of the photoconductor, and a reflector; wherein grooves or protrusions are formed on the bottom surface of the photoconductor.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97111510.9

[43]公开日 1998 年 3 月 25 日

[11] 公开号 CN 1177120A

[22]申请日 97.5.9

[30]优先权

[32]96.5.9 [33]JP[31]114537/96

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72]发明人 福井厚司 西井完治 高本健治  
伊藤正弥 高田和政 龙田健  
中林耕基 渡部宏

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 程天正 叶恺东

权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图页数 34 页

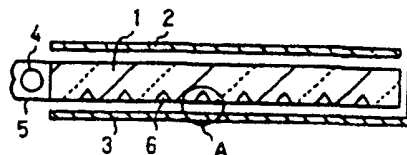
[54]发明名称 面状照明系统

[57]摘要

提供高效、亮度高、耗电少、批量生产效率高的面状照明系统。在平行平板状的导光体 1 的下面形成剖面形状为三角形的多条沟 6。在导光体 1 的一方的侧面与沟平行地配置线状光源 4，并设置反射器 5 使其覆盖线状光源 4。设导光体 1 的折射率为  $n$ 、辐射亮度分布的中心角为  $\alpha$ ，则沟 6 在线状光源 4 一侧的斜面的角度  $\phi_1$  按下式设定：

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1} \{ (1/n) \sin \alpha \}$$

在导光体 1 的上面配置光扩散片 2，并配置反射片 3 使其覆盖导光体 1 的下面及另一侧面。



(BJ)第 1456 号

## 权 利 要 求 书

1. 一种在包括导光体和在所述导光体的侧面配置的光源并将从上述光源向所述导光体入射的光从所述导光体的上面射出的面状照明系统, 其特征在于: 在所述导光体的下面相间隔地形成多条沟、使所述沟的至少所述光源一侧的面倾斜。

2. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 导光体的剖面形状是楔形。

3. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 沟的宽度比沟的间隔小。

4. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 沟的剖面形状是梯形或三角形。

5. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 设导光体的折射率为  $n$ 、辐射亮度分布的中心角为  $\alpha$ , 则沟在光源一侧的面的倾斜角由下面的 (式 1) 给出。

(式 1)

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

6. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 各沟由相邻的多条沟组构成。

7. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 导光体的下面为阶梯形状, 在各阶梯上至少形成一条沟。

8. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 沟的至少光源一侧的倾斜面是曲面。

9. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 沟的至少光源一侧的倾斜面是粗糙面。

10. 权利要求 1 记载的面状照明系统, 其特征在于: 在导光体的上方设置起偏器, 在所述导光体的下面设置使偏振方向旋转的偏振变换片。

11. 权利要求 10 记载的面状照明系统, 其特征在于: 使用剖面形状是三角形、顶角形成大致为  $90^\circ$  的沟的偏振变换片, 将所述偏振变换片配置成使所述沟的方向与起偏器的透射轴成大约  $45^\circ$  的角。

方设置起偏器，在所述导光体的下方设置相位差为  $1/4$  波长的相位差片，将所述相位差片配置成使其光轴方向与所述起偏器的透射轴成约  $45^\circ$  的角。

5 13. 权利要求 1 记载的面状照明系统，其特征在于：在导光体的上方设置光扩散片，在所述导光体的下方设置反射片。

14. 一种包括导光体和 在所述导光体的侧面配置的光源、并将从所述光源向所述导光体入射的光从所述导光体的上面射出的面状照明系统，其特征在于：在所述导光体的下面相间隔地形成多条线状突起，至少使与所述线状突起的所述光源相反一侧的面倾斜。

10 15. 权利要求 14 记载的面状照明系统，其特征在于：导光体的剖面形状是楔形。

16. 权利要求 14 记载的面状照明系统，其特征在于：导光体的下面为阶梯形状，在各阶梯上形成线状突起。

15 17. 权利要求 14 记载的面状照明系统，其特征在于：在导光体的上方设置起偏器，在所述导光体的下方设置使偏振方向旋转的偏振变换片。

18. 权利要求 17 记载的面状照明系统，其特征在于：使用剖面形状是三角形、顶角形成大致为  $90^\circ$  的沟的偏振变换片，将所述偏光变换片配置成使所述沟的方向与起偏器的透射轴成大约  $45^\circ$  的角。

20 19. 权利要求 14 记载的面状照明系统，其特征在于：在导光体的上方设置起偏器，在所述导光体的下方设置相位差为  $1/4$  波长的相位差片，将所述相位差片配置成使其光轴方向与所述起偏器的透射轴成约  $45^\circ$  的角。

25 20. 权利要求 14 记载的面状照明系统，其特征在于：在导光体的上方设置光扩散片，在所述导光体的下方设置反射片。

# 说明书

## 面状照明系统

本发明涉及作为液晶显示器等的背照光使用的面状照明系统。

5 近年来，作为个人计算机、便携式终端等显示装置，已广泛地使用液晶显示器。并且，对作为该背照光的面状照明系统，要求高亮度化和低耗电化。

下面，使用图3-4对先有的面状照明系统的一个例子进行说明（参照特开平5-127159号）。

10 图3-4是表示先有技术的面状照明系统的概略剖面图。如图3-4所示，先有的面状照明系统包括：平行平板状的导光体131；设置在导光体131的侧面附近、与导光体131的侧面平行的线状光源134；设置为覆盖线状光源134的反射片135；在导光体131的背面（下面）形成为点状的光扩散物质136；设置在导光体131的背面（下面）的反射薄片133；设置在导光体131的表面（上面）上的光扩散薄片132；设置在光扩散薄片132的正上方的棱镜137。

在先有的面状照明系统中，使来自线状光源134的光从导光体131的侧面入射，由在导光体131的背面形成的光扩散物质136将在导光体131内以全反射传播的光扩散。这样，光的全反射条件便被破坏，从而使光射出到导光体131的外部。来自导光体131的射出光由在导光体131的背面设置的反射薄片133反射，从导光体131的表面射出。由于光从导光体131的表面沿倾斜的方向射出，所以，由于光扩散薄片132上设置的棱镜137中的折射作用，使光射向正面方向。另外，由于此时在导光体131的表面设置了光扩散薄片132，所以，从导光体131的表面看不到在导光体131的背面形成的光扩散物质136的图形。

然而，因为在上述那样的先有面状照明系统中，在棱镜薄片137和反射薄片133间产生多重反射，所以，存在光扩散物质136、光扩散薄片132及反射薄片133的光吸收大、作为面状系统的光效率低的问题。另外，由于使用多个薄片（反射薄片133、光扩散薄片132、棱镜薄片137），所以，存在容易导致各薄片的定位有偏移以及薄片间混入杂物而使显示质量降低等问题。

本发明就是为了解决先有技术中的上述问题而提案的，其目的在于提供一类高效率、亮度高而耗电少、批量生产性好的面状照明系统。

为达到上述目的，本发明的面状照明系统的第一结构是包括导光体和在上述导光体的侧面配置的光源、并将从上述光源入射到上述导光体的光从上述导光体的上面射出的面状照明系统，其特征在于，在上述导光体的下面相间隔地形成多条沟、使上述沟的至少上述光源侧的面倾斜。根据该面状照明系统的第一结构，利用在导光体的下面的平坦部和沟倾斜部的两次全反射，可以使光从导光体的上面射出，于是，便不需要棱镜薄片及导光体的下面的光扩散材料。因此，由于没有了棱镜薄片、光扩散材料的光吸收而提高了光效率，所以，可以实现高亮度化和低耗电化。另外，由于能够减少薄片片数，并能够省去在导光体的下面形成光扩散材料的工序，所以，可以提高组装效率及批量生产效率。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，导光体的剖面形状最好是楔形。根据该优选实施例，能够实现轻量化，另外，由于在与导光体的光源相反一侧的侧面反射的光不再返回到光源，所以，能够高效率地从导光体取出光。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，沟的宽度最好小于沟的间隔。根据该优选实施例，通过使在导光体内传播的光在没有形成导光体的沟的部分进行全反射且在沟的倾斜面上进行全反射，只用导光体就能向与导光体的上面基本垂直的方向射出光，因此，不需要棱镜薄片。结果，能够防止由于棱镜中的多次反射产生的光量降低。另外，由于不需要为了从导光体取出光而在导光体的下面涂敷光扩散物质，从而不会产生光扩散物质处的光吸收，所以，能够实现高亮度的面状照明系统。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，沟的剖面形状最好是梯形或三角形。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，设导光体的折射率为  $n$ 、辐射亮度分布的中心角为  $\alpha$  时，沟在光源一侧的面的倾斜角最好由下面的（式 2）给出。

（式 2）

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

根据该优选实施例，能够使辐射亮度分布的中心指向任意的方向

α.

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，最好各沟由相邻的多个沟组构成。根据该优选实施例，可以获得更高亮度。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，最好是导光体的下面为阶梯形状，在各阶梯上至少形成一条沟。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，最好至少沟在光源一侧的倾斜面是曲面。根据该优选实施例，能够使来自导光体的射出光的辐射亮度分布展宽。所以，能够适应视角广的液晶显示器。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，至少沟在光源一侧的倾斜面是粗糙面。根据该优选实施例，能够将反射光扩散从而能够将来自导光体的射出光的辐射亮度分布展宽，因此，能够适应视角广的液晶显示器。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，最好在导光体的上方设置起偏器，在上述导光体的下面设置使偏振方向旋转的偏振变换片。根据该优选实施例，能够防止液晶显示器的入射侧起偏器的光吸收，所以，能够将光效率最大提高到二倍。结果，便可大幅度地提高亮度和降低耗电。另外，这时，最好使用剖面形状为三角形、顶角形成大致为 $90^\circ$ 的沟的偏振变换片，并将上述偏振变换片配置成使上述沟的方向与起偏器的透射轴成大约 $45^\circ$ 的角。根据该优选实施例，能够使向偏振变换片入射的入射光的偏振方向旋转。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，最好在导光体的上方设置起偏器，在上述导光体的下方设置相位差为 $1/4$ 波长的相位差片，并将上述相位差片配置成使其光轴方向与上述起偏器的透射轴成大约 $45^\circ$ 的角。根据该优选实施例，能够使向相位差片入射的入射光的偏振方向旋转，从而能够防止在液晶显示器的入射一侧的起偏器的光吸收。结果，能够将光效率最大提高到二倍，因此，可以大幅度地提高亮度和降低耗电。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第一结构中，最好在导光体的上方设置光扩散片，在上述导光体的下方设置反射片。根据该优选实施例，能够利用反射片反射从导光体的下面射出的光，使其再次入射到导光体内，同时，可以由光扩散片扩散从导光体的上面射出的光，防止由沟引起的明线。

另外，本发明的面状照明系统的第二结构是包括导光体和在上述导光体的侧面上配置的光源、并使从上述光源向上述导光体入射的光从上述导光体的上面射出的面状照明系统，其特征在于，在上述导光体的下面相间隔地形成多条沟，至少使与所述线状突起的所述光源相反一侧的面倾斜。根据该面状照明系统的第二结构，由于能够利用在导光体下面的线状突起倾斜部的全反射使光从导光体的上面射出，于是，便不需要棱镜薄片及导光体的下面的光扩散材料。因此，由于没有了棱镜薄片、光扩散材料的光吸收，提高了光效率，所以，可以实现高亮度化和低耗电化。另外，由于能够减少薄片片数，并能够省去在导光体的下面形成光扩散材料的工序，所以，可以提高组装效率及批量生产效率。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第二结构中，导光体的剖面形状最好的是楔形。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第二结构中，最好导光体的下面为阶梯形状，在各阶梯形上成线状突起。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第二结构中，最好在导光体的上方设置起偏器，在所述导光体的下方设置使偏振方向旋转的偏振变换片。另外，这时，最好使用断面形状是三角形、顶角形成大致为  $90^\circ$  的沟的偏振变换片，并且最好将上述偏振变换片配置成使上述沟的方向与起偏器的透射轴成大约  $45^\circ$  的角。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第二结构中，最好在导光体的上方设置起偏器，在所述导光体的下方设置相位差为  $1/4$  波长的相位差片，最好将上述相位差片配置线使其光轴方向与上述起偏器的透射轴成约  $45^\circ$  的角。

另外，在上述本发明的面状照明系统的第二结构中，最好在导光体的上方设置光扩散片，在所述导光体的下方设置反射片。

图1是表示本发明的第一实施方案中的面状照明系统的剖面图；

图2是表示本发明的第一实施方案中的面状照明系统的反射器形状的剖面图；

图3是表示本发明的第一实施方案中的面状照明系统的导光体形状（图1的A部分）的剖面图；

图4是表示本发明的第一实施方案中的面状照明系统的导光体下面的沟分布的图；



图 5 是表示使用本发明的第一实施方案中的面状照明系统计算导光体的射出光的辐射亮度分布的结果的图;

图 6 是表示本发明的第一实施方案中的面状照明系统的导光体的其他结构的剖面图;

5 图 7 是表示本发明的第二实施方案中的面状照明系统的导光体的剖面图;

图 8 是表示使用本发明的第二实施方案中的面状照明系统计算导光体的射出光的辐射亮度分布的结果的图;

图 9 是表示本发明的第三实施方案中的面状照明系统的剖面图;

10 图 10 是图 9 的 A 部放大剖面图;

图 11 是表示使用本发明的第三实施方案中的面状照明系统计算导光体的射出光的辐射亮度分布的结果的图;

图 12 是表示使用本发明的第四实施方案中的面状照明系统的剖面图;

15 图 13 是图 12 的 A 部放大剖面图;

图 14 是表示本发明的第五实施方案中的面状照明系统的剖面图;

图 15 是表示本发明的第六实施方案中的面状照明系统的剖面图;

20 图 16 是表示本发明的第六实施方案中的面状照明系统的其他例子的剖面图;

图 17 是表示本发明的第七实施方案中的面状照明系统的导光体下面的沟分布的图;

25 图 18 是表示本发明的第八实施方案中的面状照明系统的导光体下面的沟分布的图;

图 19 是表示本发明的第九实施方案中的面状照明系统的导光体下面的沟形状的剖面图;

图 20 是表示本发明的实施方案中所用的光源及反射器的其他结构例的剖面图;

30 图 21 是表示本发明的第十实施方案中的面状照明系统的剖面图;

图 22 是表示本发明的第十实施方案中的面状照明系统的导光体

的斜视图;

图 2 3 是表示本发明的第十实施方案中的面状照明系统的线状光源及反射器的光路图;

5 图 2 4 是表示本发明的第十实施方案中的面状照明系统的导光体内的光路图;

图 2 5 是表示在本发明的第十实施方案中的面状照明系统的导光体上形成的沟的光路图;

图 2 6 是表示在本发明的第十实施方案中的面状照明系统的导光体的其他结构例的斜视图;

10 图 2 7 是表示在本发明的第十一实施方案中的面状照明系统的剖面图;

图 2 8 是表示在本发明的第十一实施方案中的面状照明系统的光路图;

15 图 2 9 ( a ) 是表示本发明的第十一实施方案中的面状照明系统的偏振变换片的平面图, 图 2 9 ( b ) 是图 2 9 ( a ) 的 A - A 剖面图, 图 2 9 ( c ) 是图 2 9 ( a ) 的 B - B 剖面图, 图 2 9 ( d ) 是图 2 9 ( a ) 的 C - C 剖面图;

图 3 0 是本发明的第十一实施方案中的面状照明系统的偏振变换的说明图;

20 图 3 1 ( a ) 是表示本发明的第十二实施方案中的面状照明系统的偏振变换片的平面图, 图 3 1 ( b ) 是表示本发明的第十二实施方案中的面状照明系统的起偏器的透射轴方向与偏振变换片的沟方向的关系的图;

25 图 3 2 是在本发明的第十一实施方案中的面状照明系统的偏振变换片处的偏振变换的说明图;

图 3 3 ( a ) 是在本发明的第十三实施方案中的面状照明系统的剖面图; 图 3 3 ( b ) 是在本发明的第十三实施方案中的面状照明系统的起偏器的透过轴方向与相位差片的光轴方位的关系的图;

30 图 3 4 是表示现有技术中的面状照明系统的剖面图。  
下面, 使用实施方案更具体地说明本发明。

(第一实施方案)

图 1 是表示本发明的第一实施方案的面状照明系统的剖面图。在图

1 中，1 是导光体，导光体 1 以石英、玻璃、透明树脂（例如丙烯类树脂、聚碳酸酯）等为材料形成。导光体 1 的上面与下面基本平行，从上面侧看，导电体 1 的形状大体为长方形。另外，导光体 1 的侧面与上面及下面成大约  $90^\circ$  的角度。在导光体 1 的下面形成多条沟 6。2 是光扩散片，光扩散片 2 配置在导光体 1 的上面的上方。光扩散片 2 是通过在透明树脂等片材内部分散折射率不同的材料或者在透明片材上分散透明的球状材料或在透明片材表面形成凹凸而构成的。3 是反射片，配置为使反射片 3 覆盖导光体 1 的下面及与后述线状光源 4 相对的侧面。反射片 3 是通过例如在透明树脂内部密集地分散几  $\mu\text{m}$  - 几十  $\mu\text{m}$  大小的气泡或在树脂片材、金属片等上蒸镀银、铝等反射率高的材料而构成的。这样，反射片 3 至少在与导光体 1 相对的面上提高了反射率。4 是线状光源，该线状光源 4 配置在导光体 1 的一个侧面附近。作为线状光源 4，可以使用例如将热阴极管、冷阴极管等荧光灯、发光二极管配置成线状的光源以及将白炽灯、有机发光材料形成线状的光源。5 是反射器，配置为使该反射器 5 盖着线状光源 4。反射器 5 的内表面反射率高且扩散性小。具有这种特性的反射器 5 可以通过例如在树脂片上蒸镀银、铝等反射率高的材料并将该片材与薄金属片或树脂片材粘接而得到。

图 2 示出了本实施方案中的反射器的剖面形状。图 2 中，7 和 8 是反射器 5 的一部分，剖面呈椭圆形（下称“椭圆部 7”、“椭圆部 8”）。椭圆部 7 的一个焦点是线状光源 4 的中心点 O，另一个焦点是位于线状光源 4 和反射器 5 的上面之间的点 P。同样，椭圆部 8 的一个焦点是线状光源 4 的中心点 O，另一个焦点是位于线状光源 4 和反射器 5 的下面之间的点 Q。希望椭圆部 7、8 的椭圆长径（椭圆长径）小。另外，在线状光源 4 是荧光灯时，希望用具有与玻璃的折射率 1.5 相近的折射率的透明材料填充在线状光源 4 与反射器 5 之间的间隙内。

希望在线状光源 4 侧的导光体 1 的侧面厚度与反射器 5 的高度相同。希望线状光源 4 的大小（直径）小于反射器 5 高度的 80%，最好小于反射器 5 的高度的 70%。这样，就能够确保线状光源 4 与反射器 5 的间隙，从而能够将线状光源 4 的后方射出光高效率地导入导光体 1 中。

图 3 表示图 1 的面状照明系统中导光体的剖面形状（图 1 的 A

部)。在图3中,线状光源4位于左侧。如图3所示,导光体1的下面由与导光体1的上面基本平行的平坦部11和剖面形状为梯形的多条沟6构成。沟6具有线状光源4一侧的斜面12、与导光体1的上面15基本平行的底面14和与线状光源4相反一侧的斜面13。为了使导光体1的射出光的辐射亮度分布中心基本上垂直于导光体1的上面15,可以将沟6的线状光源4一侧的斜面12的角度 $\phi_1$ 设定为约 $53^\circ$ 。另外,为了使辐射亮度分布中心相对于导光体1的上面15的法线方向位于 $\pm 10^\circ$ 内,可以将线状光源4一侧的斜面12的角度 $\phi_1$ 设定在约 $46^\circ < \phi_1 < 约60^\circ$ 的范围内。另外,设辐射亮度分布的中心角为 $\alpha$ ,为了使辐射亮度分布中心在图3的面内指向任意方向 $\alpha$ ,可以按下式(式3)设定线状光源4一侧的斜面12的角度 $\phi_1$ 。

(式3)

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

其中,  $n$  为导光体的折射率

另外,沟6与线状光源4相对的一侧的斜面13的角度 $\phi_2$ 越接近于 $90^\circ$ ,导光体1的辐射亮度就越高。斜面13是导光体1的入射部。因此,斜面13和从线状光源4入射的入射部(侧面)相同,通过使之与上面15和下面的角度 $\phi_2$ 约为 $90^\circ$ ,便可使从斜面13入射的入射光在导光体1内发生全反射,结果,便可防止从导光体1的倾斜方向射出光,从而可以提高向正面方向(上面15方向)入射的亮度。在实用上,希望与线状光源4相对的一侧的斜面13的角度 $\phi_2$ 在 $60^\circ < \phi_2 < 90^\circ$ 的范围内。如果考虑用压制成形、喷射成形、卷绕成形等制作导光体1的话,则希望具有 $3^\circ$ 左右的冲压斜面,因此,希望将与线状光源4相对的一侧的斜面13的角度 $\phi_2$ 设定为 $87^\circ$ 左右或小于 $87^\circ$ 。

图4(a)、(b)示出了在本实施方案的面状照明系统中的导光体中形成的沟的配置(沟分布)。沟6的方向与线状光源4的纵向方向基本平行。沟6的间距 $p$ 一定,越接近线状光源4,沟6的宽度 $H$ 越小,随着远离线状光源4,沟6的宽度 $H$ 增大。

设到导光体1的线状光源4一侧的侧面的距离为 $X$ 、在距离 $X$ 处的沟6的面积比为 $S$ (设距离 $X$ 附近的平坦部11的面积为 $S_1$ 、沟6的面积为 $S_2$ 时,则 $S = S_2 / (S_1 + S_2)$ 、设导光体1的长度为 $L$ ,

则下面(式4)的关系成立。

(式4)

$$S = \alpha \cdot \beta \cdot XL$$

这时,希望S在 $0 < S < 1/2$ 的范围内, $\beta$ 在 $1.0 < \beta < 4.0$ 的范围内。为使导光体1的射出光的亮度分布均匀,可以使 $\alpha$ 为0.04左右, $\beta$ 为3.0左右。

沟6的间距p越窄,沟棱就越不明显,可以提高显示器的可视性。另外,在沟6的间距p窄时,由于可以使用扩散性小的光扩散片作为光扩散片2,所以,可以提高正面方向(导光体1的上面方向)的亮度。改变间距p进行目视实验的结果表明,通过将间距p设定为小于1mm,就可以使沟棱不明显。理想的是可以将间距p设定为小于0.5mm。另外,如果将间距p设定为小于液晶显示器的像素间距的 $1/3$ ,就不需要光扩散片了。

接着,说明上述那样构成的面状照明系统的操作。首先,如图2所示,线状光源4的射出光如光线10那样直接入射到导光体1内,或经反射器5反射后,入射到导光体1内。线状光源4的后方射出光(射出到与导光体1相反一侧的光)大部分入射到反射器5的椭圆部7、8。椭圆部7(8)的一个焦点是线状光源4的中心点O,另一个焦点是位于线状光源4和反射器5的上面(下面)之间的点P(点Q)。在椭圆部7、8那样的椭圆镜的情况下,由于从一个焦点发出的光有聚焦到另一个焦点上的特性,所以,从线状光源4发出的后方射出光大部分都由椭圆部7、8入射到导光体1内。通常,在线状光源4为荧光灯时,再次向荧光灯入射的光大约一半由荧光灯的荧光体吸收了,但根据本发明,能够减轻线状光源4的光吸收。另外,椭圆部7、8的椭圆矢径越小,在椭圆部7、8处的反射光的比例就越增加,因此光效率提高。另外,在线状光源4是荧光灯时,由于在荧光管的里侧形成荧光灯的发光部即荧光体,因此,通过用具有与荧光管的材料的折射率相近的折射率的透明材料填充到线状光源4和反射器5之间的间隙内,实际上就能够减小荧光管的直径。结果,就能增大线状光源4与反射器5的间隙,因此,能够提高光效率。

接着,使用图3说明在导光体1内的光的传播。

设导光体1的折射率为n时,根据斯奈尔定律(折射定律),入射

到导光体 1 的光辐射分布为  $\pm \sin^{-1}(1/n)$  的光。由于导光体 1 的材料的折射率  $n$  基本上都大于 1.42, 所以, 辐射分布  $\pm 44.7^\circ$  的范围内。然而, 导光体 1 的上面与下面基本上平行, 上面及下面与作为导光体 1 的入射面的侧面所成的角约为  $90^\circ$ , 所以, 当从导光体 1 的侧面入射的光入射到导光体 1 的上面或下面时, 入射角  $\theta$  的最小值为  $(90^\circ - 44.77^\circ) = 45.23^\circ$ 。在导光体 1 的折射率大于 1.42 时, 全反射角小于  $44.77^\circ$ , 所以, 从导光体 1 的侧面入射的光在导光体 1 的上面或下面发生全反射。在导光体 1 内传播的光中, 如光线 16 那样在沟 6 附近之外的平坦部 11 发生全反射的光就在导光体 1 中重复进行全反射而传播。同样, 如光线 17 那样在沟 6 的底面 14 发生全反射的光也在导光体 1 中重复进行全反射而传播开来。如光线 18 那样在沟 6 的附近平坦部 11 发生全反射且在沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 12 发生全反射的光则光路改变很大而入射到导光线 1 的上面 15 上。此时, 由于经过两次全反射而光路改变很大, 因此, 成为小于全反射的入射角, 大部分光射出到导光体 1 的外部。另外, 如光线 19 那样直接入射到沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 12 上的光大部分透过斜面 12, 在斜面 12、13 处发生折射, 再次返回到导光体 1 中, 并在导光体 1 中重复发生全反射而传播开来。另外, 透过斜面 12 的光中的一部分由反射片 3 (图 1) 反射后返回到导光体 1 内。如上所述, 在导光体 1 中传播的光中, 在平坦部 11 和沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 12 上发生两次全反射的光便从导光体 1 的上面 15 射出到外部。

图 5 示出了根据光路计算的导光体 1 的射出光的辐射亮度分布的结果。图 5 的横轴表示图 1 的纸面中的辐射亮度分布, 负方向是线状光源 4 一侧。图 5 的纵轴表示规一化的亮度。图 5 是将沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 12 的角度  $\phi_1$  设定为  $53^\circ$ 、将沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 13 的角度  $\phi_2$  设定为  $87^\circ$  时的辐射亮度分布。由此可知, 辐射亮度分布的中心位于与导光体 1 的上面 15 大致垂直的方向。从导光体 1 的上面 15 发出的射出光由于在沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 12 处的全反射而改变了光路, 因此, 通过改变斜面 12 的角度  $\phi_1$  便可控制辐射亮度分布的中心角  $\alpha$ 。

根据斯奈尔定律, 下式 (式 5) 的关系成立, 因此,  $\alpha$  及  $\phi_1$  可以

表示为下式(式6)、(式7)。

(式5)

$$n \cdot \sin(53^\circ - \phi_1) = \sin \alpha$$

其中,  $n$  为导光体的折射率

5 (式6)

$$\alpha = \sin^{-1}\{n \cdot \sin(53^\circ - \phi_1)\}$$

(式7)

$$\phi_1 = 53^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

例如, 以丙烯作为材料形成导光体1、其折射率  $n$  为1.49时,  
10 为了将辐射亮度分布的中心角  $\alpha$  限定在  $\pm 10^\circ$  的范围内, 可以将沟6  
的线状光源4一侧的斜面12的角度设定在  $46^\circ < \phi_1 < 60^\circ$  的范  
围内。

离线状光线4越近, 导光体1中的光量越多, 随着远离线状光源  
4, 导光体1中的光量减少。因此, 如图4(a), (b)所示, 通过离线状  
15 光源4越近, 就使与平坦部11对应的沟6的宽度  $H$  越小, 随着远离线  
状光源4, 就使与平坦部11对应的沟6的宽度  $H$  增大, 就能够得到导  
光体1的上面15的射出光量误差小的面状照明系统。

从导光体1的上面15射出的光入射到光扩散片2(图1)上后发  
生扩散。利用该扩散, 便可防止由在导光体1的下面形成的沟6引起的  
20 亮线。

如上所述, 根据本实施方案, 通过在平行平板状的导光体1的侧面  
配置线状光源4, 在导光体1的下面, 与线状光源4基本平行地形成剖  
面形状为梯形的多条沟6, 使在导光体1的下面的平坦部11和沟6的  
线状光源4一侧的斜面12处两次发生全反射的光从导光体1的上面  
25 15射出, 就不需要棱镜薄片及导光体1的下面的光扩散材料3。因此,  
由于消除了棱镜薄片和光扩散材料处的光吸收, 提高了光效率, 所以,  
可以实现高亮度化及低耗电化。另外, 由于能够减少薄片的片数, 并能够  
省去在导光体1的下面形成光扩散材料的工序。所以, 可以提高组装  
效率及批量生产效率。

30 另外, 在本实施方案中, 沟6的剖面形状为梯形, 但并不一定限于  
该结构。也可以如图6所示的那样使沟6的剖面形状为三角形。

(第二实施方案)

图7是表示本发明的第二实施方案的面状照明系统的剖面图。在本实施方案中的面状照明系统的结构基本上和上述第一实施方案相同，但在导光体1的下面形成的沟的形状不同。另外，在图7中，线状光源4位于左侧。

5 如图7所示，导光体1的下面包括：与导光体1的上面15基本平行的平坦部11；由线状光源4一侧的斜面20和与线状光源相反一侧的斜面21构成的、剖面形状为三角形的第三沟；由相同的斜面22、23构成的第二沟；由相同的斜面22、23构成的第一沟。第一沟到第三沟相邻地配置。沟的线状光源4一侧的斜面20、22、24的角度 $\phi_1$ 基本相同，另外，沟的与线状光源4相反一侧的斜面21、23、25的角度 $\phi_2$ 也大致相同。也就是说，第一沟至第三沟基本上为相似形。为了使导光体1的射出光的辐射亮度分布中心基本上垂直于导光体1的上面15，可以将沟6的线状光源4一侧的斜面20、22、24的角度 $\phi_1$ 设定为约 $50^\circ$ 。另外，为了将辐射亮度分布中心相对于导光体1的上面15的法线方向限定在 $\pm 10^\circ$ 内，可以把角度 $\phi_1$ 设定在约 $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$ 的范围内。另外，设辐射亮度分布中心角为 $\alpha$ 、为了使辐射亮度分布中心在图7的面内指向任意的方向，可以按如下(式8)设定角度 $\phi_1$ 。

(式8)

20 
$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

其中， $n$ 为导光体的折射率

另外，沟6的与线状光源4相反一侧的斜面21、23、25的角度 $\phi_2$ 越接近于 $90^\circ$ ，则从导光体1射出的光的辐射亮度就越高。在实用上，希望角度 $\phi_2$ 在 $60^\circ < \phi_2 < 90^\circ$ 的范围内。如果考虑到利用压制成形、喷射成形、卷绕成形等制作导光体1的情况，则希望带有 $3^\circ$ 左右的冲压斜面，因此，希望将角度 $\phi_2$ 设定为 $87^\circ$ 左右或小于 $87^\circ$ 。

25 设第一沟、第二沟、第三沟的宽度为 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ ，希望满足 $h_1 > h_2 > h_3$ 的关系，也就是说，希望离线状光源4越近，沟的宽度越小。例如，设第 $n$ 条沟的宽度与第1条沟的宽度之比为 $h_n$ 时，则可令 $h_n = r^{n-1}$ 。这时，则希望 $r$ 在 $0.5 - 1.0$ 的范围内，最好为 $0.8$ 左右。



接着,对上述那样构成的面状照明系统,说明其操作。在导光体 1 内传播的光中,入射到沟的附近之外的平坦部 11 的光,在导光体 1 中反复发生全反射进行传播。入射到由斜面 20、21 构成的第二沟附近的平坦部 11 的光在平坦部 11 发生全反射后,进而在斜面 20 发生全反射,使光路发生很大改变后入射到导光体 1 的上面 15 上。这样,入射到上面 15 上的光大部分其入射角都小于在上面 15 的全反射角,从而从导光体 1 的上面 15 向外部射出。另外,直接入射到斜面 20 的光大部分透过斜面 20,一部分从其相对一侧的斜面 21 再次入射到导光体 1 中,剩余的一部分由反射片 3 (图 1) 反射后再次入射到导光体 1 中。从斜面 21 再次入射到导光体 1 中的光的一部分在第二沟的线状光源 4 一侧的斜面 22 上发生全反射。透过上面 15 后射出到导光体 1 的外部。从斜面 21 再次入射到导光体 1 内的光的其余的一部分透过斜面 22,从其相对侧的斜面 23 再次入射到导光体 1 内,利用在第一沟的线状光源 4 一侧的斜面 24 上发生的全反射,从导光体 1 的上面 15 射出。对于直接入射到第二沟及第一沟的线状光源 4 一侧的斜面 22、24 上的光,也是相同的。

图 8 表示出了根据光路计算的导光体 1 的射出光的辐射亮度分布的结果。图 8 的横轴表示在图 7 的纸面的辐射亮度分布,负方向是线状光源 4 一侧。图 8 的纵轴表示规一化的亮度。在图 8 中,27 (虚线) 是上述第一实施方案中的辐射亮度分布,26 (实线) 是在本实施方案中将角度  $\phi_1$  设定为  $50^\circ$ 、将角度  $\phi_2$  设定为  $87^\circ$  时的辐射亮度分布。由此可知,辐射亮度分布的中心位于与导光体 1 的上面 15 基本上垂直的方向上。另外,在本实施方案中,通过在每一间距中配置三条沟,与上述第一实施方案的情况相比,面状照明系统的中心亮度提高了约 40%。导光体 1 的射出光利用在沟的线状光源 4 一侧的斜面 20、22、24 处发生的全反射而改变光路,因此,通过改变这些斜面的角度  $\phi_1$ ,便可控制辐射亮度分布的中心角  $\alpha$ 。

根据斯奈尔定律,下式(式 9)的关系成立,因此,  $\alpha$  及  $\phi_1$  可以表为式(式 10)、(式 11)。

(式 9)

$$n \cdot \sin^{-1}(50^\circ - \phi_1) = \sin \alpha$$

其中,  $n$  为导光体的折射率

(式 10)

$$\alpha = \sin^{-1}\{n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1)\}$$

(式 11)

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

5       例如，以丙烯为材料形成导光体 1、其折射率  $n$  为 1.49 时，为了将辐射亮度分布的中心角  $\alpha$  限定在  $\pm 10^\circ$  的范围内，可将沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面 20、22、24 的角度  $\phi_1$  设定在  $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$  的范围内。

10       如上所述，根据本实施方案，通过将线状光源 4 配置在平行平板状的导光体 1 的侧面，在导光体 1 的下面，在每个间距相邻地形成三条剖面形状为三角形的沟，利用在各沟发生的全反射，使光从导光体 1 的上面 15 射出，便可得到和上述实施方案 1 相同的效果。另外，如上所述，还可以进一步实现高亮度化。

15       另外，在本实施方案中，在每个间距形成三条沟，但并不限于该结构，也可以在每个间距上形成两条或大于四条沟。每个间距的沟数越多，亮度越高，但如果考虑到易于加工起见，则希望沟数每个间距为三条左右。

20       另外，在上述第一及第二实施方案中，将导光体 1 的形状取为平行平板状，但并不限于这样的结构。为谋求轻量化或从导光体 1 高效率地取出光，也可以将导光体的形状采用与线状光源 4 相反一侧的侧面变细的直线状或曲线状的楔形剖面。

(第三实施方案)

25       图 9 是表示本发明的第三实施方案中的面状照明系统的剖面图，图 10 是图 9 的 A 部的放大图，本实施方案中的面状照明系统的结构和上述第二实施方案基本上相同，但导光体的下面形状不同。如图 9、图 10 所示，导光体 28 的下面成为阶梯形状，与阶梯的台阶部分相邻地形成沟 29。即，导光体 28 下面的一个阶梯部分由平坦部 11、第三沟、第二沟、第一沟和台阶部的斜面 30 构成，第三沟由线状光源 4 一侧的斜面 20 和与线状光源 3 相反一侧的斜面 21 构成，剖面形状为三角  
30       形，第二沟由相同的斜面 22、23 构成，第一沟由相同的斜面 24、25 构成。平坦部 11 与导光体 28 的上面 15 基本平行，与第一沟到第三沟相邻配置。斜面 20、22、24、30 的角度  $\phi_1$  基本相同，

另外, 斜面 2 1、2 3、2 5 的角度  $\phi_2$  也基本相同。即, 第一沟到第三沟基本上是相似形。为了使导光体 2 8 的射出光的辐射亮度的分布中心与导光体 2 8 的上面 1 5 基本上垂直, 可以将角度  $\phi_1$  设定为约  $50^\circ$ 。另外, 为了将辐射亮度的分布中心相对于导光体 2 8 的上面 1 5 的法线方向限定在  $\pm 10^\circ$  内, 可以将角度  $\phi_1$  设定在约  $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$  的范围内。另外, 设辐射亮度分布的中心角为  $\alpha$ , 为了使辐射亮度分布的中心在图 9 的面内指向任意的方向  $\alpha$ , 可以按下式 (式 1 2) 进行设定角度  $\phi_1$ 。

(式 1 2)

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

其中,  $n$  为导光体的折射率

另外, 角度  $\phi_2$  越接近于  $90^\circ$ , 则导光体 2 8 的辐射亮度越高。在实用中, 希望角度  $\phi_2$  在  $60^\circ < \phi_2 < 90^\circ$  的范围。如果考虑到利用压制成形、喷射成形、卷绕成形等制作导光体 2 8 的情况, 希望带有  $3^\circ$  左右的冲压斜面, 因此, 希望将角度  $\phi_2$  设定为  $87^\circ$  左右或小于  $87^\circ$ 。

设第一沟、第二沟、第三沟的宽度为  $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$  时, 希望满足  $h_1 > h_2 > h_3$  的关系, 也就是说, 希望离线状光源 4 越近, 沟的宽度越小。例如, 设第  $n$  条沟的宽度与第 1 条沟的宽度比为  $h_n$  时, 可以令  $h_n = r^{n-1}$ 。这时, 希望  $r$  在  $0.5 - 1.0$  的范围内, 最好为  $0.8$  左右。

导光体 2 8 越接近线状光源 4, 厚度越厚, 随着远离线状光源 4, 厚度越薄。阶梯的台阶  $\Delta t$  为恒定值, 导光体 2 8 的包络线为平面, 导光体 2 8 为楔形。与线状光源 4 相反一侧的导光体 2 8 侧面厚度  $t_2$  越小, 则导光体 2 8 的辐射亮度越高。设线状光源 4 一侧的导光体 2 8 的厚度为  $t_1$  时, 则希望  $t_2 / t_1$  小于  $0.5$ 。另外, 设导光体 2 8 的长度为  $L$  时, 则导光体 2 8 的楔角由  $\tan^{-1}\{(t_2 - t_1)/L\}$  给出。

在以上那样构成的面状照明系统中, 与上述第二实施方案的情况相同, 入射到导光体 2 8 内的光利用在沟的线状光源 4 一侧的斜面 2 0、2 2、2 4 及台阶部的斜面 3 0 处发生的全反射, 从导光体 2 8 的上面 15 射出。另外, 由于离线状光源 4 越远, 导光体 2 8 越薄, 因此, 线状光源 4 的光在与导光体 2 8 的线状光源 4 相反一侧的侧面反射后, 不再

返回到线状光源 4。结果，便提高了光效率。

图 1 1 示出了根据光路计算的导光体 2 8 的射出光的辐射亮度分布。图 1 1 的横轴表示在图 9 的纸面内的辐射亮度分布，负方向是线状光源 4 一侧。图 1 1 的纵轴表示归一化的亮度。在图 1 1 中，3 2（虚线）是上述第二实施方案中的辐射亮度分布，3 1（实线）是在本实施方案中将角度  $\phi_1$  设定为  $50^\circ$ 、将角度  $\phi_2$  设定为  $87^\circ$ 、将导光体 2 8 的楔角设定为  $1.83^\circ$  时的辐射亮度分布。由此可知，辐射亮度分布的中心位于与导光体 2 8 的上面 1 5 基本上垂直的方向上。另外，通过在一个间距中配置三条沟、使导光体 2 8 的楔形角为  $1.83^\circ$ ，本实施方案中的面状照明系统的中心亮度比上述第二实施方案的情况提高了大约 20%。由于导光体 2 8 的射出光在斜面 2 0、2 2、2 4、3 0 处发生的全反射而改变光路，因此，通过改变这些斜面的角度  $\phi_1$ ，便可控制辐射亮度分布的中心角  $\alpha$ 。

根据斯奈尔定律，下式（式 1 3）的关系成立，因此， $\alpha$  及  $\phi_1$  可以表示为下式（式 1 4）、（式 1 5）。

（式 1 3）

$$n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1) = \sin \alpha$$

其中， $n$  为导光体的折射率

（式 1 4）

$$\alpha = \sin^{-1}\{n \cdot \sin(50^\circ - \phi_1)\}$$

（式 1 5）

$$\phi_1 = 50^\circ - \sin^{-1}\{(1/n)\sin \alpha\}$$

例如，以丙烯作为材料形成导光体 2 8，其折射率  $n$  为 1.49 时，为了将辐射亮度分布的中心角  $\alpha$  限定在  $\pm 10^\circ$  的范围内，可以将角度  $\phi_1$  设定在  $43^\circ < \phi_1 < 57^\circ$  的范围内。

如上所述，根据本实施方案，通过将线状光源 4 配置在导光体 2 8 的侧面，为使导光体 2 8 的厚度随着远离线状光源 4 而变薄，使下面作为阶梯形状，并进而在导光体的下面每一间距相邻地形成 3 条剖面形状为三角形的沟，利用在各沟处发生的全反射，使光从导光体 2 8 的上面 1 5 射出，便可获得与上述第二实施方案相同的效果。另外，如上所述，还可以实现更高亮度化。

另外，在本实施方案中，每一个间距形成三条沟，但并不限于这一

结构，也可以每一间距形成一条、两条或四条以上的沟。每一间距的沟数越多，亮度越高，但考虑到加工容易起见，希望沟数每一间距为三条左右。

另外，在本实施方案中，是将阶梯的台阶 $\Delta t$ 取为一定值，但是也不限于该结构，也可以随着远离线状光源4而改变台阶 $\Delta t$ 的值。例如，也可以与由斜面24、25构成的第一沟的深度一致地确定台阶 $\Delta t$ 的值。这时，导光体28下面的包络线的剖面形状成为将从线状光源4一侧的侧面的下端与和上面的线状光源4相反一侧和一端用曲线连接的形状。

另外，在本实施方案中，是按每一个阶梯形成沟的，但也不限于该结构，也可以设置不形成沟的阶梯部分。

#### (第四实施方案)

图12是表示本发明的第四实施方案中的面状照明系统的剖面图，图13是图12的A部的放大图，本实施方案中的面状照明系统的结构和上述第三实施方案基本上相同，但在导光体的下面的形状和除去反射片3而代之以用反射率高的材料涂敷在导光体的背面这两方面不同。

如图12、图13所示，导光体33的下面为阶梯形状，在阶梯的台阶分形成由线状光源4一侧的斜角35和与线状光源4相反一侧的斜角36构成的剖面形状为三角形的线状突起。这里，阶梯的台阶 $\Delta t$ 为恒定值。设导光体33的折射率为 $n$ 时，线状光源4一侧的斜面35的角度 $\Phi_3$ 设定为满足下式(式16)。

(式16)

$$\Phi_3 > 90^\circ - \sin^{-1}(1/n)$$

导光体33下面的平坦部11与导光体33的上面基本上平行。在导光体33的下面，通过镀上例如银、铝或电介质多层膜等反射率高的材料，形成反射膜34。这样，在导光体33的下面的平坦部11及斜面35、36上就反射光。

接着，对上述那样构成的面状照明系统，说明其操作。在导光体33的内部传播的光中，入射到平坦部11上的光38在导光体33内反复发生全反射而进行传播。入射到与线状突起的线状光源4相反一侧的斜面36上的光37由于在斜面36上的全反射而改变光路，从导光体

3 3 的上面 15 射出到外部。在导光体 3 3 中传播的光向导光体 3 3 的上面或下面入射的入射角最大为  $\{90^\circ - \sin^{-1}(1/n)\}$ 。另一方面，由于线状突起的线状光源 4 一侧的斜面 3 5 的角度  $\Phi_3$  小于  $\{90^\circ - \sin^{-1}(1/n)\}$ ，所以，几乎没有向斜面 3 5 入射的光。

- 5 如上所述，根据本实施方案，通过将线状光源 4 配置在导光体 3 3 的侧面，在导光体 3 3 的下面设置由斜角 3 5、3 6 构成的线状突起，并且在导光体 3 3 的下面形成反射膜 3 4，利用与线状突起的线状光源 4 相反一侧的斜面 3 6 处发生的全反射，使光从导光体 3 3 的上面 1 5 射出，便可获得与上述第三实施方案相同的效果。另外，通过除去反射
- 10 片 3（图 9），能够减少薄片数，因此，也可以提高组装效率和批量生产效率。

另外，在本实施方案中，将导光体 3 3 的下面形成阶梯状，但并不限定于该结构，也可以台阶  $\Delta t = 0$

#### （第五实施方案）

- 15 图 1 4 也表示本发明的第五实施方案中的面状照明系统的剖面图。如图 1 4 所示，本实施方案中的面状照明系统的结构与上述第一实施方案基本上相同，但在相对于中心轴分别对称地配置上述第一实施方案中的面状照明系统并在中央部结合与线状光源 4 相反一侧的侧面这一方面不同。

- 20 根据上述结构，可以获得和上述第一实施方案相同的效果，另外，线状光源 4 是 2 个，从而可以获得二倍的高亮度化。

另外，在本实施方案中，作为在导光体 1 的下面形成的沟的结构，采用上述第一实施方案中的沟的结构，但并不限于该结构，也可以采用上述第二实施方案中的沟的结构。

- 25 （第六实施方案）

- 图 1 5 也表示本发明的第六实施方案中的面状照明系统的剖面图。如图 1 5 所示，本实施方案中的面状照明系统的结构与上述第一实施方案基本上相同，但在相对于中心轴分别对称地配置上述第三实施方案中的面状照明系统并在中央部结合与线状光源 4 相反一侧的侧面这一方面不同。
- 30

根据上述结构，可以获得和上述第三实施方案相同的效果，另外，线状光源 4 是 2 个，从而可以获得二倍的高亮度化。

另外,如图16所示,也可以构成相对于中心轴分别对称地配置上述第三实施方案中的面状照明系统、在中央部结合与线状光源4相反一侧的侧面,使两个导光体28的下面的包络线成为平面。

#### (第七实施方案)

5 图17(a)、(b)表示本发明的第七实施方案中的面状照明系统的导光体下面的沟分布的图。如图17所示,本实施方案中的面状照明系统的构成与上述第一实施方案基本上相同,但在导光体1的下面形成的沟的分布不同。沟6的方向和线状光源4的纵向方向基本平行,沟6的宽度H恒定,沟6的间距 $p$ ( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ )变化。越接近线  
10 状光源4,沟6的间距 $p$ 越大,随着远离线状光源4,沟6的间距 $P$ 减小。

设到导光体1的线状光源4一侧的侧面的距离为 $x$ ,在距离 $x$ 处的沟的面积比为 $S$ (设在距离 $x$ 附近的平坦部11的面积为 $s_1$ 、沟6的面积为 $s_2$ 时,则 $S = s_2 / (s_1 + s_2)$ ,导光体1的长度为 $L$ ,则与上述第  
15 一实施方案的情况相同,下式(式17)的关系成立。

(式17)

$$S = \alpha \cdot \beta^{x/L}$$

这时,希望 $S$ 在 $0 < S < 1/2$ 的范围内, $\beta$ 在 $1.0 < \beta < 4.0$ 的范围内。为了使导光体1的射出光的亮度分布均匀,可以使 $\alpha$ 为0.0  
20 4左右, $\beta$ 为3.0左右。

根据本实施方案1,可以获得和上述第一实施方案相同的效果。

#### (第八实施方案)

图18(a)、(b)也表示本发明的第八实施方案中的导光体下面的沟分布的图。如图18所示,本实施方案中的面状照明系统的结构与上述  
25 第一实施方案基本上相同,但在导光体1的下面形成的沟的分布不同。

沟6的方向和线状光源4的纵向方向基本上平行,在线状光源4的纵向方向上的沟6的宽度H及间距 $p$ 恒定。线状光源4的纵向方向上的沟6长度越接近线状光源4越短,随着远离线状光源4而增长。希望沟6在线状光源4的纵向方向的间距 $q$ 与沟6在与线状光源4的纵向方向垂直的方向上的间距 $p$ 大小相同。  
30

设到导光体1的线状光源4一侧的侧面的距离为 $x$ ,在距离 $x$ 处的沟的面积比为 $S$ (设在距离 $X$ 附近的平坦部11的面积为 $s_1$ 、沟6的

面积为  $s_2$  时,  $S=s_2/(s_1+s_2)$ , 导光体 1 的长度为  $L$ , 则与上述第一实施方案的情况相同, 下式 (式 18) 的关系成立。

(式 18)

$$S=\alpha \cdot \beta \cdot x/L$$

5 这时, 希望  $S$  在  $0 < S < 1/2$  的范围内,  $\beta$  在  $1.0 < \beta < 4.0$  的范围内。为了使导光体 1 的射出光的亮度分布均匀, 可以使  $\alpha$  为  $0.04$  左右,  $\beta$  为  $3.0$  左右。

根据本实施方案 1, 可以获得和上述第一实施方案相同的效果。

(第九实施方案)

10 图 19 也表示本发明的第九实施方案中的导光体下面的沟形状的剖面图。本实施方案中的面状照明的结构与上述第一实施方案基本上相同, 但在导光体 1 的下面形成的沟的形状不同。如图 19 (a)、(b) 所示, 通过使沟 6 在线状光源 4 一侧的斜面 12 为曲面, 能够使导光体 1 的射出的辐射亮度分布变广。另外, 如图 19 (c) 所示, 通过使沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面粗糙化, 能够扩散反射光、从而可以使导光体 1 的射出光的辐射亮度分布变广。

根据上述结构, 可以获得和上述第一实施方案相同的效果。另外, 通过使沟 6 的线状光源 4 一侧的斜面粗糙化, 能够使辐射亮度分布变广, 从而与视角广的液晶显示器相对应。

20 另外, 在上述第一至第九实施方案中, 将导光体的上面与侧面所成的角设定为  $90^\circ$ , 但并不限于该结构。导光体的上面也可以在从导光体的侧面入射的光在导光体内部满足全反射条件的范围内倾斜。例如, 可将导光体的上面与侧面所成的角设定为  $80^\circ \sim 100^\circ$ , 或者也可以使侧面上具有曲面。

25 另外, 在上述第一至第九实施方案中是以指数函数给出在导光体的下面形成的沟的分布, 但也可以用下式 (19) 表示的多项式给出。

(式 19)

$$S=a_0+a_1 \cdot x/L+a_2 \cdot x^2/L+\cdots \cdots$$

30 其中,  $a_0$ 、 $a_1 \cdots$  是由导光体的面内亮度分布决定的系数,  $L$  是导光体的亮度,  $x$  是到导光体的线状光源一侧的侧面的距离。

另外, 在上述第一至第九实施方案中, 反射器 5 的形状是具有两个椭圆部那样的剖面形状, 但并不限于该结构, 反射器 5 的剖面形状可以



是“コ”形或半圆形。

另外，在上述第一至第九实施方案中使用了一个线状光源 4，但是也可以如图 20 所示的那样使用两个线状光源，分别对各线状光源 4 设置椭圆部 7、8。另外，对于线状光源 4 为三个以上的情况也相同。

5 另外，在上述第三及第六实施方案中，导光体下面的沟与阶梯状的台梯部分相邻地形成，但是不限定该结构，导光体下面的沟可在任意位置上形成。

另外，在上述第七及第八实施方案中的沟的分布也可以适用于上述第二至第六实施方案。

10 另外，在上述第一至第九实施方案中，在满足到导光体的线状光源 4 一侧的侧面的距离为  $x$  处的沟面积比  $S$  的条件式的范围内，也可以将上述第一、第五、第六实施方案中的沟后分布进行组合。

另外，上述第九实施方案中的沟的形状也可以适用于上述第二至第八实施方案。

15 (第十实施方案)

图 21 是表示本发明的第十实施方案中的面状照明系统的剖面图，图 22 是导光体的斜视图。

在图 21、图 22 中，101 是导光体，由石英、玻璃、透明树脂（例如丙烯酸树脂、聚碳酸酯）等作为材料形成。这里，为说明简单起见，设导光体 101 为平行平板，导光体 101 的侧面与上面及下面所成的角为  $90^\circ$ ，导光体 101 的折射率为 1.5。104 为线状光源，作为线状光源 104，可以使用将荧光灯、白炽灯、LED 等排列成线状的光源。线状光源 104 配置为与导光体 101 的侧面基本上平行。105 是反射器，该反射器 105 配置为将线状光源 104 覆盖（参见图 22）。在反射器 105 与线状光源 104 相对的面，镀上银、铝等反射率高的物质，以此实现高反射率。在反射器 105 的后端面上，形成了两个凹部。希望凹部的剖面形状呈浅的椭圆形或扇形。

30 在导光体 101 的下面，与线状光源 101 平行地形成多条沟 106。即，导光体 101 的下面由形成了沟 106 的部分和没有形成沟 106 的部分（平坦部）构成。106 的间距  $p$ （图 25）恒定，沟的宽度比间距  $p$  窄。这里，为说明简单起见，设沟 106 的剖面形状为等腰三角形，顶角为  $\beta$ （参照图 25）。

在导光体 101 的上面附近, 配置将导光体 101 的上面覆盖的光扩散薄片 102. 另外, 在导光体 101 的下面附近, 配置将导光体 101 的下面覆盖的光反射散薄片 103. 在反射薄片 103 与导光体 101 的沟 106 相对的面, 镀上银、铝等反射率高的物质, 以此实现高反射率.

下面, 使用图 21、图 23 - 25 说明如上所述构成的面状照明系统的操作. 图 23 是线状光源及反射器处的光路图, 图 24 是导光体内的光路图, 图 25 是在导光体上形成的沟处的光路图.

如图 23 所示, 从线状光源 104 射出的光直接入射到导光体 101 内, 或者由反射器 105 反射后入射到导光体 101 内. 通过在反射器 105 上形成两个凹部, 在凹部处发生反射的反射光通过线状光源 104 和反射器 105 之间, 入射到导光体 101 内. 如果光再次入射到线状光源 104 内, 就发生光吸收, 但是通过在反射器 5 上形成凹部, 能够降低在线状光源 104 发生的光吸收.

以角度  $\eta_1$  入射到导光体 101 的侧面的光入射到导光体 101 内时, 就以角度  $\eta_2$  发生折射. 根据斯奈尔定律, 下式 (式 20) 的关系成立, 因此, 折射角  $\eta_2$  可以表示为下式 (式 21).

(式 20)

$$\sin \eta_1 = n \cdot \sin \eta_2$$

其中  $n$  为导光体的折射率

(式 21)

$$\eta_2 = \sin^{-1}(\sin \eta_1 / n)$$

如果计算折射角  $\eta_2$  的最大值  $\eta_{2\max}$ , 则得下式 (式 22).

(式 22)

$$\begin{aligned} \eta_{2\max} &= \sin^{-1}(\sin 90^\circ / n) \\ &= \sin^{-1}(1/n) \end{aligned}$$

例如, 导光体 101 的折射率  $n$  为 1.5 时, 则  $\eta_{2\max}$  为  $41.8^\circ$ .

如图 24 所示, 入射到导光体 101 内的光中, 入射到导光体 101 下面的沟 106 附近之外的平坦部的光的入射角  $\eta_3$  可以表示为下式

(式 23).

(式 23)

$$\eta_3 = 90^\circ - \eta_2$$

另一方面，根据斯奈尔定律，则从折射率 ( $n > 1$ ) 的介质入射到空气 (折射率为 1) 中时，在界面处的全反射角  $\sin^{-1}(1/n)$ 。

为了使从导光体 101 的侧面入射的光在导光体 101 的上面及下面的沟 106 附近之外的平坦部反复发生全反射而进行传播，可以使  
5 角度  $\eta_3$  大于全反射角  $\sin^{-1}(1/n)$ 。即，可以建立下式 (式 24) 的关系。  
(式 24)

$$\eta_3 > \sin^{-1}(1/n)$$

由上述 (式 23)、(式 23) 可得角度  $\eta_3$  的最小值  $\eta_{3\min}$  为下式 (式 25)。

10 (式 25)

$$\eta_{3\min} = 90^\circ - \sin^{-1}(1/n)$$

因此，使用上述 (式 24)、(式 25)，则在导光体 101 的上面及下面的沟 106 附近之外的平坦部反复发生全反射而传播光的折射率  $n$  的条件可以表示为下式 (式 26)。

15 (式 26)

$$n > 1 / \sin 45^\circ = 2^{1/2} = 1.414$$

在本实施方案中，导光体 101 的折射率为 1.5，因此，满足该条件。通常，石英、玻璃、丙烯酸树脂、聚碳酸酯等材料的折射率大于  $2^{1/2}$ ，所以满足该条件。因此，入射到导光体 101 的下面的沟 106 附近之外的平坦部的光就在导光体 101 内反复发生全反射而进行传播。  
20

接着，使用图 25 对入射到导光体 101 中的光，通过在导光体 101 的下面形成的沟 106 从导光体 101 的上面沿大体垂直的方向射出的情况进行说明。

25 在图 25 中，设与导光体 101 的上面平行的方向为  $x$  轴方向，与导光体 101 的上面垂直的方向为  $y$  轴方向。另外，设在导光体 101 内部传播的光的方向与  $x$  轴所成的角为  $\eta_2$ 。

根据向导光体 101 入射的条件，由上式 (式 22) 可得， $\eta_2$  的最大值是  $\sin^{-1}(1/n)$ 。

30 如图 25 所示，在没有形成沟 106 的部分 (平坦部) 发生全反射的光中的一部分入射到沟 106 的斜面上。设该光线为  $a$ 。

光线  $a$  以入射角  $\eta_3$  入射到没有形成沟 106 的部分 (平坦部)。

由于导光体 101 的折射率  $n$  满足上式 (式 26) 的条件, 因此, 成为全反射。接着, 该光线 a 便入射到沟 106 的斜面上。由于沟 106 的剖面形状为等腰三角形, 顶角为  $\beta$ , 所以, 斜面的倾斜度  $\gamma$  由下式 (式 27) 给出。

5 (式 27)

$$2\gamma + \beta = 180^\circ$$

$$\gamma = 90^\circ - \beta/2$$

向沟 106 的斜面入射的入射角  $\eta_4$  根据图 5 由下式 (式 28) 给出。

10 (式 28)

$$\eta_1 = \gamma - \eta_2$$

$$\eta_4 = 90^\circ - \eta_1$$

这里, 如果计算在沟 106 的斜面处发生全反射的条件, 则可得到如下式 (式 29)。

15 (式 29)

$$\eta_4 > \sin^{-1}(1/n)$$

在沟 106 的斜面处发生反射的光线入射到导光体 101 的上面。此时, 入射角  $\eta_6$  由下式 (式 30) 给出。

(式 30)

20

$$\begin{aligned}\eta_5 &= \eta_2 + 2\eta_1 \\ &= 180^\circ - \beta - \eta_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\eta_6 &= 90^\circ - \eta_5 \\ &= -90^\circ + \beta + \eta_2\end{aligned}$$

根据斯奈尔定律, 从导光体 101 射出的射出角  $\eta_7$  由下式 (式 31) 给出。

(式 31)

$$n \cdot \sin \eta_6 = \sin \eta_7$$

$$\eta_7 = \sin^{-1}\{n \cdot \sin(\beta + \eta_2 - 90^\circ)\}$$

根据上述 (式 22)、式 (28)、(式 29),  $\eta_2$  的范围可以由下式 (式 32) 给出。

30

(式 32)

$$\sin^{-1}(1/n) - \beta/2 < \eta_2 < \sin^{-1}(1/n)$$

例如, 如果沟 106 的顶角  $\beta$  为  $60^\circ$ , 导光体 101 的折射率  $n$  为 1.5, 则由上述 (式 32) 可得  $11.8^\circ < \eta_2 < 41.8^\circ$ , 由上述 (式 31) 可得  $27.9^\circ < \eta_7 < 17.9^\circ$ . 因此, 根据该结构, 在导光体 101 内传播的光从导光体 101 射出时, 则辐射分布的中心便位于与导光体 101 的上面基本上垂直的方向.

另外, 如果使沟 106 的顶角至少增大到为  $65^\circ$ . 设导光体 101 的折射率  $n$  为 1.5, 则由上式 (式 32) 可得  $9.3^\circ < \eta_2 < 41.8^\circ$ , 由上式 (式 31) 可得  $-23.9^\circ < \eta_7 < 25.7^\circ$ . 因此, 根据该结构, 从导光体 101 射出的光的辐射分布的对称性良好.

另外, 如果使导光体 101 的折射率增大为 1.6, 设沟 106 的顶角  $\beta$  为  $70^\circ$ , 则由上式 (式 32) 可得  $3.7^\circ < \eta_2 < 38.7^\circ$ , 由上式 (式 31) 可得  $-26.7^\circ < \eta_7 < 30.9^\circ$ . 因此, 根据该结构, 可以改变从导光体 101 射出的射出光的扩展角.

如上所述, 通过改变导光体 101 的折射率  $n$ 、沟 106 的顶角  $\beta$ , 能够控制从导光体 101 射出的射出光的指向性和扩展角.

从导光体的上面射出的光由于光扩散薄片 102 (图 21) 的扩散, 可以获得规定的视角和均匀的辐射分布.

另外, 在导光体 101 中传播的光中, 直接入射到沟 106 的斜面上的光跨过沟 106 再次返回到导光体 101, 或者在反射薄片 103 上反射后返回到导光体 101 内.

另外, 通过以一定的间隔配置沟 106、改变沟 106 的深度, 能够调整从导光体 101 射出的光的量, 可以抑制导光体 101 上不同位置引起的射出光量的误差. 即, 沟 106 的深度浅时, 沟 106 的斜面面积变小, 因此, 在沟 106 的斜面上全反射的光量变少, 于是, 从导光体 101 射出的光量也变少. 相反, 沟 106 的深度深时, 沟 106 的斜面面积变大, 因此, 在沟 106 的斜面上全反射的光量变多. 因此, 在导光体 101 的内部, 越接近线状光源 104, 光量越多, 随着远离线状光源 104, 光量减少, 因此, 通过使沟 106 的深度越接近线状光源 104 而越浅、随着远离线状光源 104 而变深, 便可使导光体 101 射出的光量保持恒定, 与导光体 101 上的位置无关.

另外, 如果沟 106 的深度与沟 106 的间隔之比为规定的值, 则

沟106的间隔也可以不必是等间隔。例如，可以使线状光源104一侧的沟106的间隔宽，随着远离线状光源104而使沟106的间隔变窄。

另外，在本实施方案中，使用了平行平板状的导光体101，但并不一定限于该结构。为谋求轻量化，或者为高效率地从导光体101取出光，可以将导光体101的形状采用使与线状光源104相反一侧的侧面为细的直线状或曲线状的楔形剖面，另外，导光体101也可以采用中空形状。

另外，在本实施方案中，将导光体101的上面及下面与侧面所成的角度设定为 $90^\circ$ ，但并不一定限定于该结构，只要满足从导光体101的侧面入射的光在导光体101的内部发生全反射的条件，就可以具有 $90^\circ$ 以外的角度，或者也可以使侧面上具有曲面。

另外，在本实施方案中，使沟10的剖面形状为等腰三角形。但并不一定限定该结构。将1个线状光源104配置在导光体101的一个侧面上时，也可以使沟106的剖面形状为任意三角形。另外，还可以使沟106的尖端部分稍呈圆形。

另外，为加宽视角，可以使沟106的斜面的一部分为粗糙面。

另外，在本实施方案中，使用一个线状光源104，但为谋求高亮度化，也可以将多个线状光源104配置在导光体101的各侧面上。

另外，在本实施方案中，将导光体101的折射率设定为1.5。但导光体的101的折射率 $n$ 并不限定于该值，也可以是大于7.41的值。

另外，在本实施方案中，沟106形成为与线状光源104平行，但并不限于该结构，如图26所示，也可以交叉地形成多条沟106。根据这样的结构，能够防止与液晶板的像素阵列的干涉条纹。

(第十一实施方案)

图27是表示本发明的第十一实施方案中的面状照明系统的剖面图，图28是该面状照明系统中的光路图，图29(a)是偏振变换片的平面图，图29(b)是图29(a)的A-A剖面图，图29(c)是图29(a)的B-B剖面图，图29(d)是图29(a)的C-C剖面图，图30是偏振变换的说明图。

如图27所示，光源4、反射器5、导光体28的结构与上述第三

实施方案相同，因此省略其说明。在导光体28的上面附近设置光扩散片42。这样，能够使从导光体28的上面射出的光保持着偏振状态而进行扩散。即，当线偏振光入射到光扩散片42上时，射出的扩散光的偏振基本上仍是线偏振光，且偏振方向基本上与入射光平行。在光扩散片42的上面附近设置了起偏器40。该起偏器40只透过特定方向的偏振光，而反射与透过的光的偏振方向正交的偏振光。起偏器40配置为其透射轴与液晶显示器的入射一侧的起偏器的透射轴平行。在导光体28的下面附近设置偏振变换片41。该偏振变换片41在入射特定的偏振方向的线偏振光时，使偏振方向旋转约 $90^\circ$ ，在与入射方向相反的方向射出。

下面，使用图29说明偏振变换片41的结构。如图29(a)(d)所示，在偏振变换片41中，沿其纵向方向形成细槽状的多条沟41b。另外，如图29(a)、(b)、(c)所示，在偏振变换片41上分别形成V沟41、V沟41c、41d，V沟41c、41d相互正交，与沟41b成大约 $45^\circ$ 角度。V沟41c、41d的顶角 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 分别为约 $90^\circ$ 。槽状沟41b及V沟41c、41d的深度基本相同。偏振变换片41在图27中配置为沟形成部在下面。另外，通过将银、铝等反射率高的材料镀到偏振变换片41的沟形成部而形成反射膜41a。

下面，使用图28、图30对上述构成的面状照明系统说明其操作。

如图28所示，在导光体28中传播的光43利用在导光体28的下面形成的沟29发生的全反射而从导光体28的上面射出。通常，从线状光源4射出的光是随机的偏振光，因此，从导光体28射出的光也是随机的偏振光。在从导光体28的正面射出、到达起偏器40的光中，起偏器40的透射轴方向的偏振光44透过起偏器40，与偏振光44正交的偏光45由起偏器40反射。由起偏器40反射的偏振光45透过导光体28后到达偏振变换片41。

接着，使用图30对通过用偏振变换片41将由起偏器40反射的、到达偏振变换片41的光的偏振方向旋转 $90^\circ$ 的情况进行说明。图30是表示用偏振变换片41的三条沟41b、41c、41d形成的三个面。在图30中，光45在沟41b、41c、41d中传播，其偏振方向被旋转 $90^\circ$ 。

偏振方向为  $x$  轴方向的线偏振光。光线 4 7 在面 5 1 上反射后成为光线 4 8。光线 4 8 的偏振方向也与  $x$  轴方向平行。光线 4 8 在面 5 2 上反射后成为光线 4 9。光线 4 9 的偏振方向与  $y$  轴方向平行，另外，光线 4 9 在面 5 3 上反射后成为光线 5 0。光线 5 0 的偏振方向也与  $y$  轴方向平行。因此，光线 5 0 的偏振方向相对于光线 4 7 旋转了  $90^\circ$ 。这里，假定光线 4 7 的偏振方向与  $x$  方向轴平行，但是，即使光线 4 7 的偏振方向是  $xy$  平面内的任何方向，光线 5 0 的偏振方向相对于光线 4 7 也是旋转了  $90^\circ$ 。这样，由于利用偏振变换片 4 1 使偏振方向旋转了  $90^\circ$ ，因此，如图 2 8 所示，在偏振变换片 4 1 上反射 1 0 0 反射光 4 6 的偏振方向就变成与起偏器 4 0 的透射轴方向平行了，从而反射光 4 6 便透过起偏器 4 0。

如上所述，根据本实施方案，通过使用利用在由三条沟 4 1 b、4 1 c、4 1 d 形成的三个面上的反射而使偏振方向旋转的偏振变换片 41，能够防止在液晶显示器的入射一侧的起偏器上的光吸收，所以，能够使光效率最大提高 2 倍。因此，可以实现大幅度的高亮度化及低耗电化。

#### (第十二实施方案)

图 3 1 (a) 是表示本发明的第十二实施方案中的面状照明系统的偏振变换片的部分斜视图，图 3 1 (b) 是表示起偏器的透射轴方向与偏振变换片的沟方向的关系的图，图 3 2 (a)、(b) 是偏振变换片的偏振变换的说明图，本实施方案中的面状照明系统的结构和上述第十一实施方案基本上相同，但偏振变换片的结构不同。

如图 3 1 (a) 所示，在偏振变换片 5 9 上，连续形成了剖面形状为三角形、顶角  $\delta 3$  为  $90^\circ$  的多条沟 5 9 a。通过将银、铝等反射率高的材料镀到偏振变换片 5 9 的沟形成部形成反射膜 5 8。该偏振变换片 5 9 在面状照明系统中配置成使沟形成部位于下面 (参照图 2 8 的 4 1)。偏振变换 5 9 的沟方向和起偏器 4 0 (参照图 2 7) 的透射轴方向所成的角  $\delta 4$  约为  $45^\circ$ 。如图 3 1 (b) 所示，例如设起偏器 4 0 的透射轴方向为 5 4，则偏振变换片 5 9 的沟 5 9 a 的方向就是 5 7 或 5 6 的方向。

接着，使用图 3 2 说明利用偏振变换片 5 9 使偏振方向旋转  $90^\circ$  的情况。图 3 2 (a) 表示偏振变换片相邻的沟部分。图 3 2 (b) 是



从图 3 2 ( a ) 中的 D、E、F 方向看去时的图。如果用 D 视图看, 则向沟 5 9 a 的斜面入射的光线 6 0 的偏振方向与沟 5 9 a 的方向即 x 轴方向成  $45^\circ$  角。光线 6 0 在斜面上反射后成为光线 6 1。如果用 E 视图看, 则光线 6 1 的偏振方向在 xz 面内与 x 轴成  $45^\circ$  角。另外, 5 如果用 F 视图看, 则成为与用上 E 视图相反一侧的看的情况, 因此, 可以看出光线 6 1 的偏振方向旋转了  $90^\circ$ 。另外, 光线 6 1 在另一方的斜面上反射后成为光线 6 2。如果用 D 视图看, 则光线 6 2 的偏振方向相对于光线 6 0 的偏振方向旋转了  $90^\circ$ 。因此, 利用偏振变换片 5 9 可以使偏振方向旋转  $90^\circ$ 。

10 如上所述, 根据本实施方案, 通过将形成顶角  $\delta 3$  为  $90^\circ$  的三角沟 5 9 a 的偏振变换片 5 9 配置为使沟 5 9 a 的方向与起偏器 4 0 的透射轴方向成约  $45^\circ$  的角, 便可利用偏振变换片 5 9 使偏振方向旋转, 因此, 可以获得和上述第十一实施方案相同的效果。

#### (第十三实施方案)

15 图 3 3 ( a ) 表示本发明的第十三实施方案中的面状照明系统的剖面图, 图 3 3 ( b ) 是表示起偏器的透射轴方向与相位差片的光学轴的方向的关系的图。在本实施方案中的面状照明系统的结构和上述第十一实施方案基本上相同, 不同点在于, 使用相位差片 6 3 和反射片 6 4 取代了偏振变换片 4 1。

20 相位差片 6 3 是具有单轴性双折射的片, 例如可以使用水晶、方解石或将透明树脂薄片拉伸使之具有双折射性的片。相位差片 6 3 的相位差设定为与垂直入射的光偏移  $1/4$  波长。作为相位差片 6 3 的材料, 希望使用波长分散性大的材料, 这样便能够在线状光源的波长范围内使相位差恒定。相位差片 6 3 配置为使其光轴与起偏器 4 0 的透射轴成大约  $45^\circ$  角。例如, 设图 3 3 ( b ) 的 54 为起偏器 4 0 的透射轴的方向, 则相位差片 6 3 的光轴就设定在方位 6 5 或方位 6 6 的方向上。这里, 起偏器 4 0 的透射轴方向 5 4 与方位 6 5 或方位 6 6 所成的角度  $\delta 5$  为  $45^\circ$ 。

30 偏振方向与相位差片 6 3 的光轴成  $45^\circ$  角的光入射到相位差为  $1/4$  波长的相位差片 6 3 上, 则从相位差片 6 3 射出的光成为圆偏振光。该圆偏振光在反射片 6 4 上反射后再次入射到相位差片 6 3 上时, 就恢复为线偏振光。此时, 偏振方向与入射到相位差片 6 3 上的偏振方向相反。

的偏振方向偏移了  $90^\circ$ 。

5 如上所述，根据本实施方案，通过使用相位差为  $1/4$  波长的相位差片 63、并且将该相位差片 63 配置为使光轴方向与起偏器 40 的透射轴方向成大约  $45^\circ$  角，便可获得和上述第十一实施方案相同的效果。

另外，在上述第十一、第十二及第十三实施方案中，均为基于上述第三实施方案的结构，但并不限于该结构，也可以是基于上述第一、第二或第四至第十实施方案的结构。

10 另外，在上述第十一、第十二及第十三实施方案中，使起偏器 40 的透射偏振光及反射偏振光为线偏振光，但并不限于该结构，也可以是椭圆偏振光。

另外，在上述第十一、第十二及第十三实施方案中，利用偏振变换片使线偏振光旋转  $90^\circ$ ，但对于椭圆偏振光的情况也相同。

15 以上面说明的那样，根据本发明的面状照明系统的第一结构，利用导光体的下面的平坦部和沟倾斜部的两次全反射，可以使光从导光体的上面射出，所以，不需要棱镜薄片及导光体下面的光扩散材料。因此，由于没有在校镜薄片及光扩散材料处的光吸收，提高了光效率，所以，可以实现高亮度化及低耗电化。另外，由于可以减少薄片数和省去在导光体的下面形成光扩散材料的工序，因此，可以提高组装效率及批量生  
20 产效率。

另外，根据本发明的面状照明系统的第一结构，利用导光体的下面的平坦部和沟倾斜部的全反射，可以使光从导光体的上面射出，所以，不需要棱镜薄片及导光体下面的光扩散材料。因此，由于没有在校镜薄片及光扩散材料处的光吸收，提高了光效率，所以，可以实现高亮度化  
25 及低耗电化。另外，由于可以减少薄片数和省去在导光体的下面形成光扩散材料的工序，因此，可以提高组装效率及批量生产效率。

说明书附图

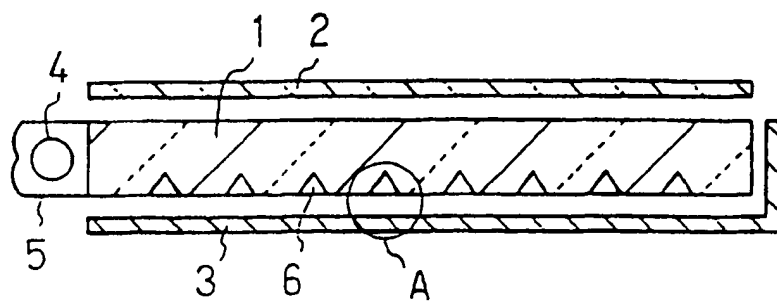


图 1

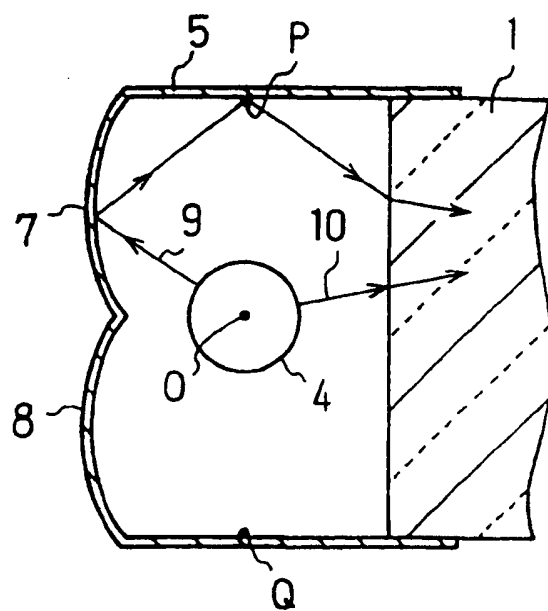


图 2

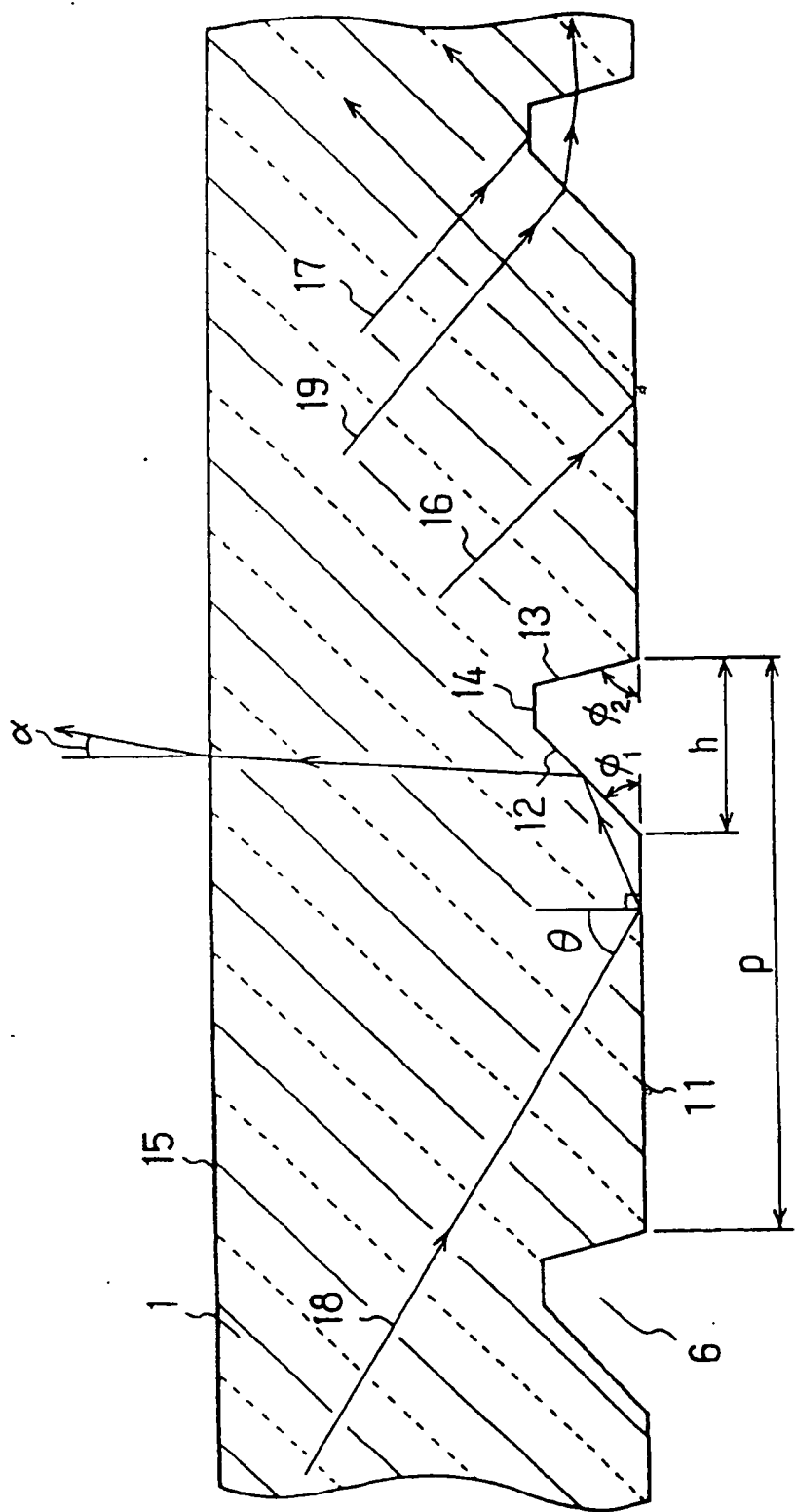
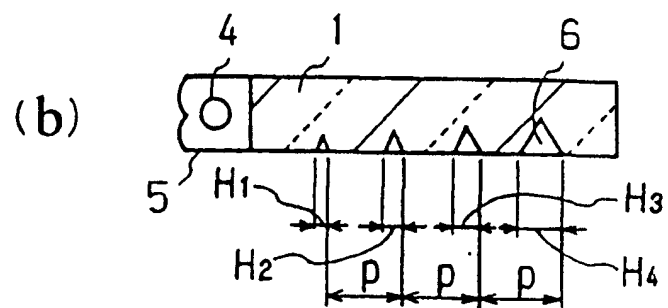
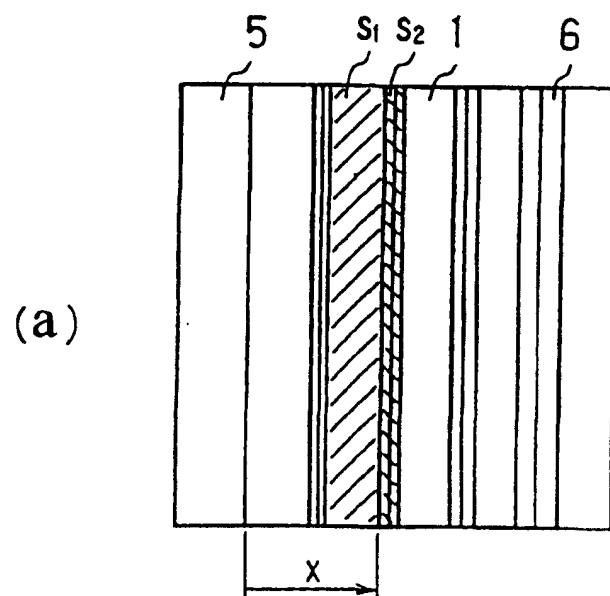


图 3

图 4



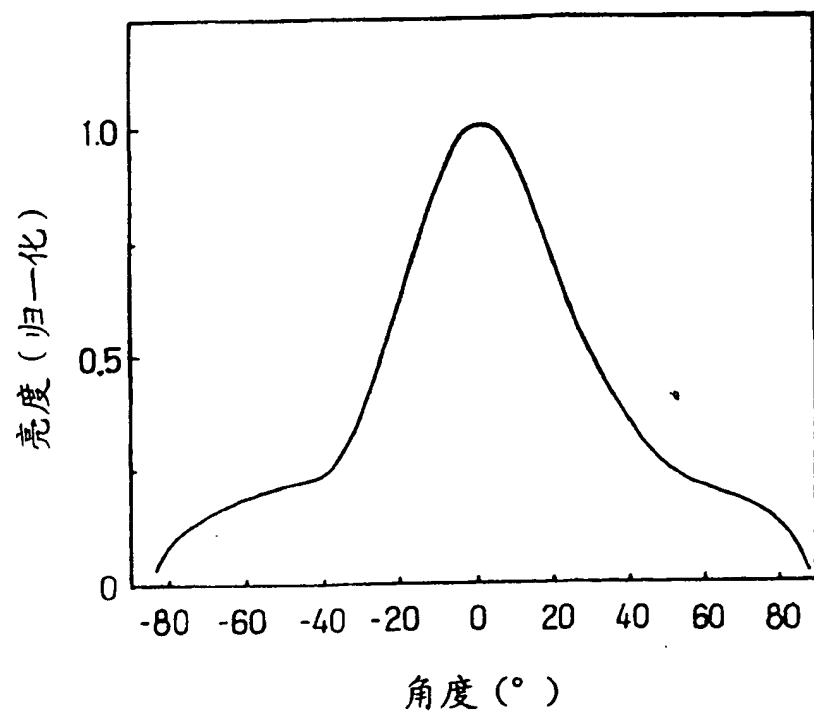


图 5

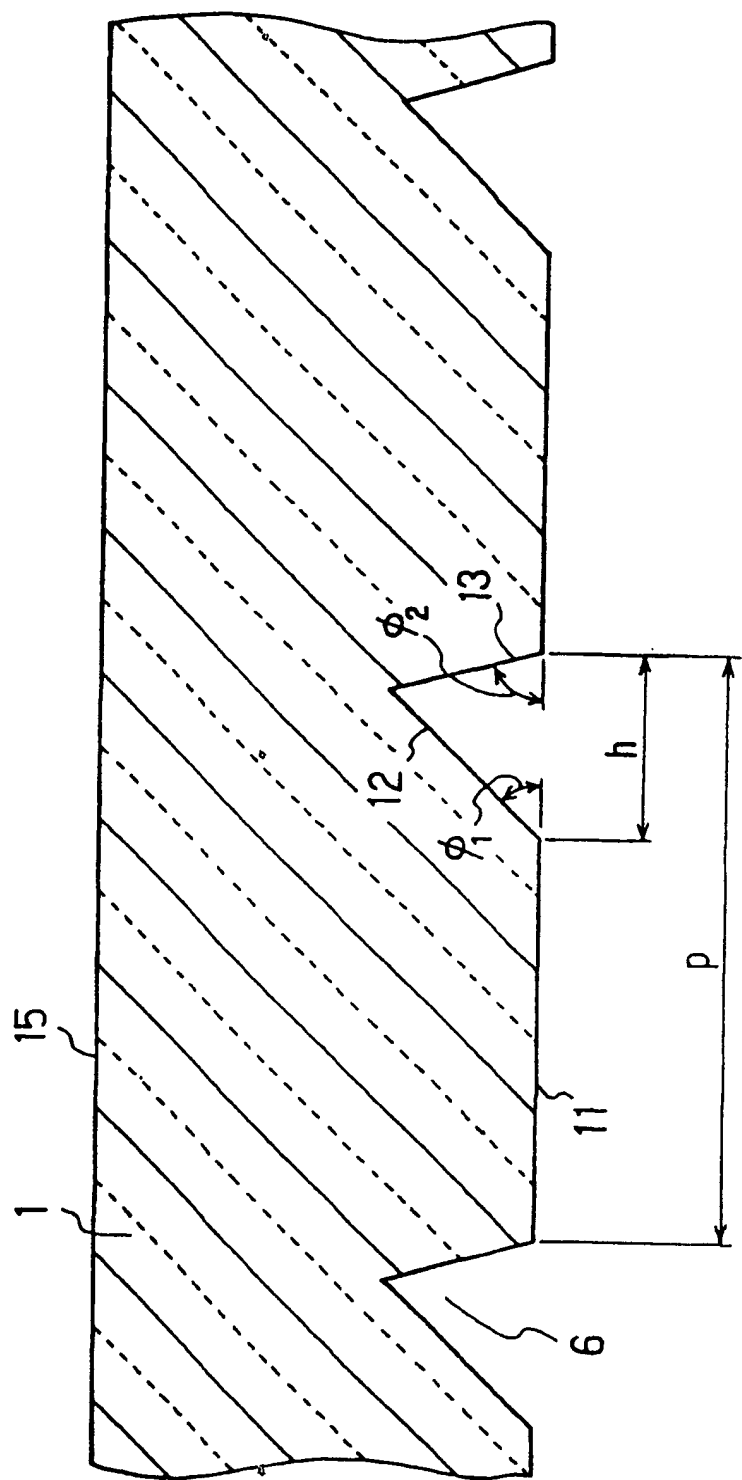


图 6



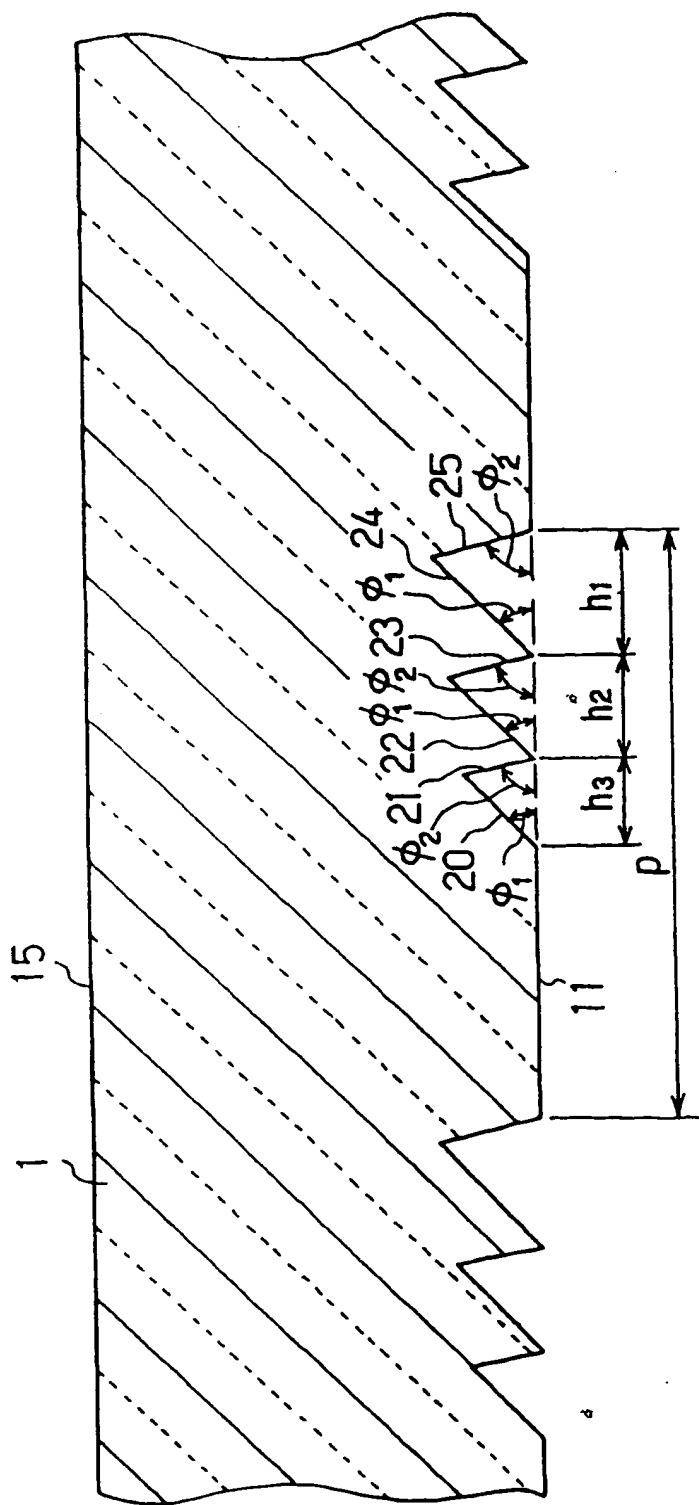


图 7

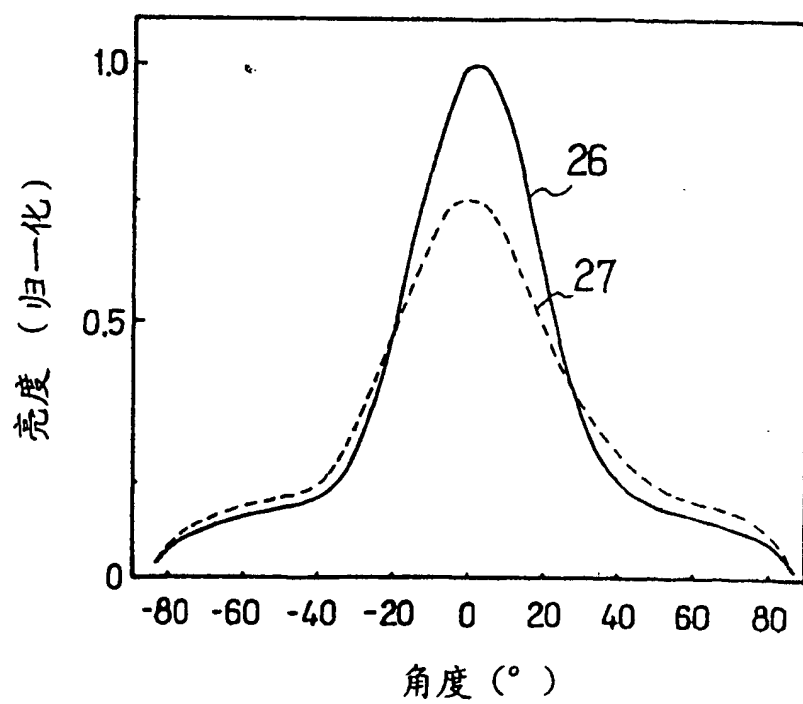


图 8

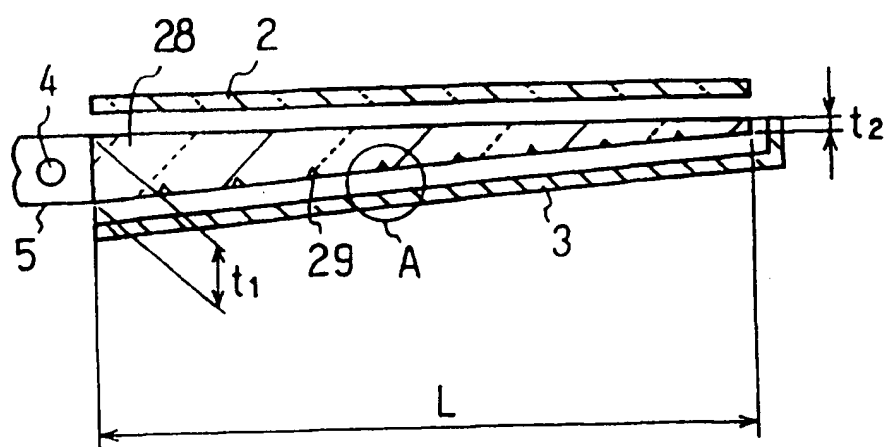


图 9

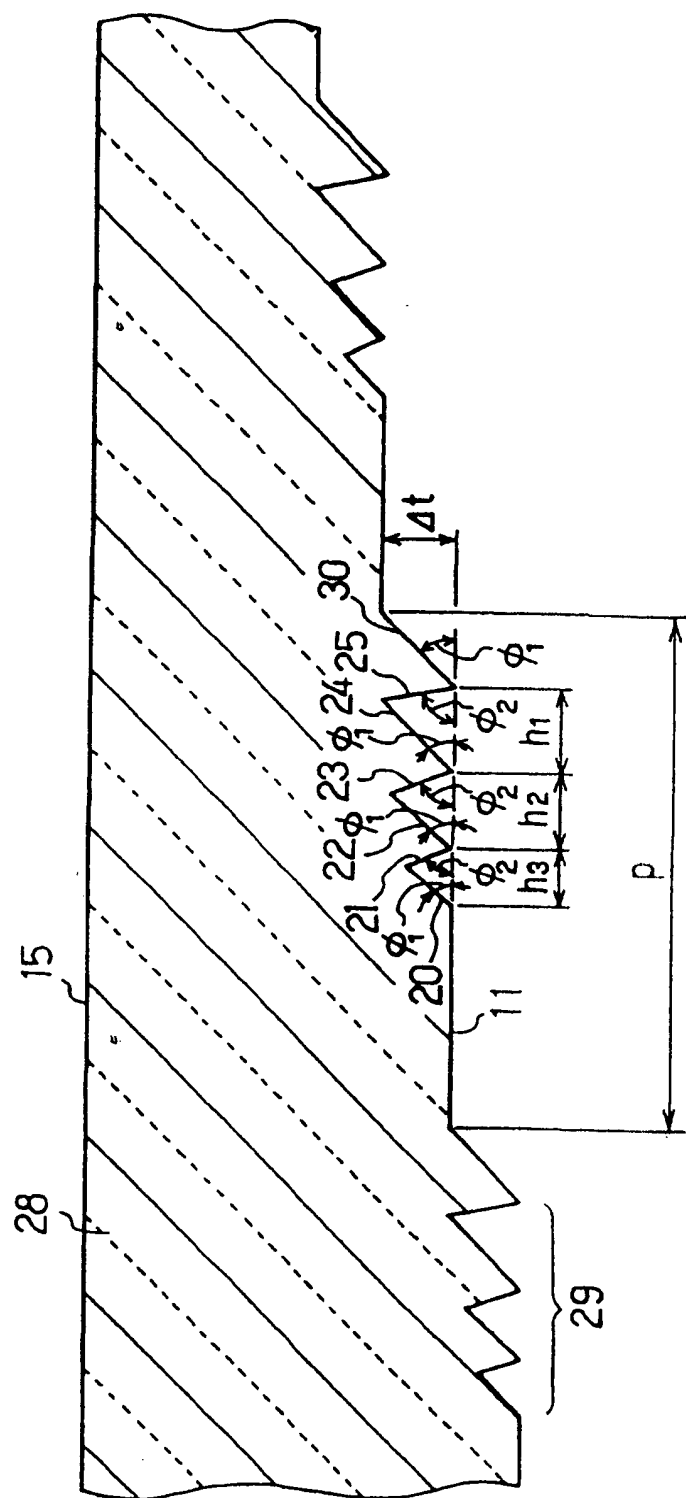


图 10

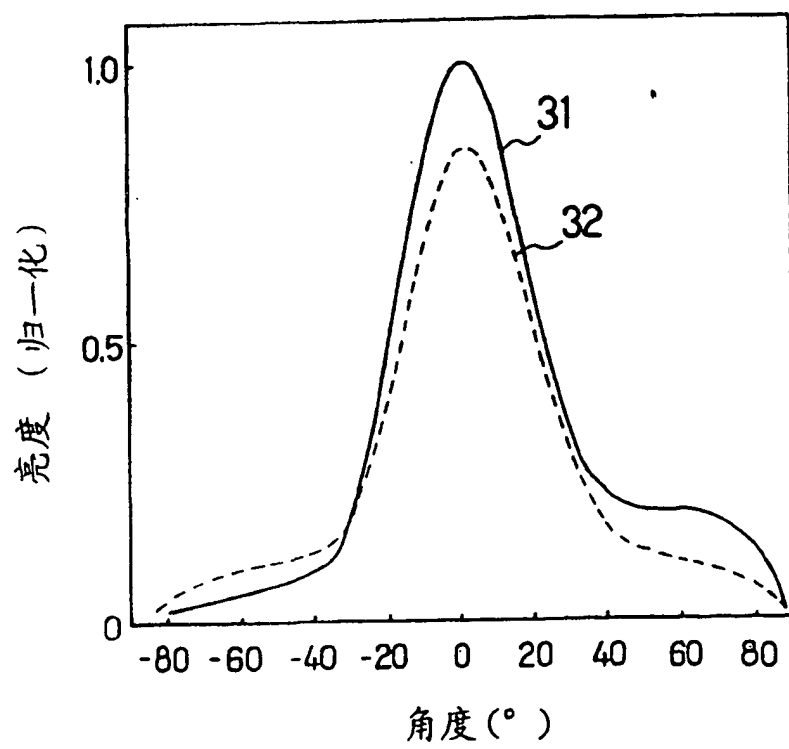


图 11

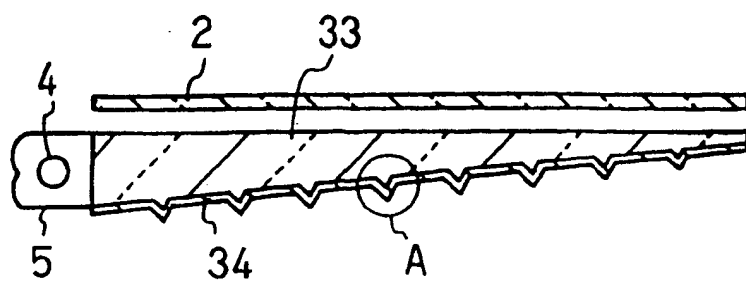


图 12

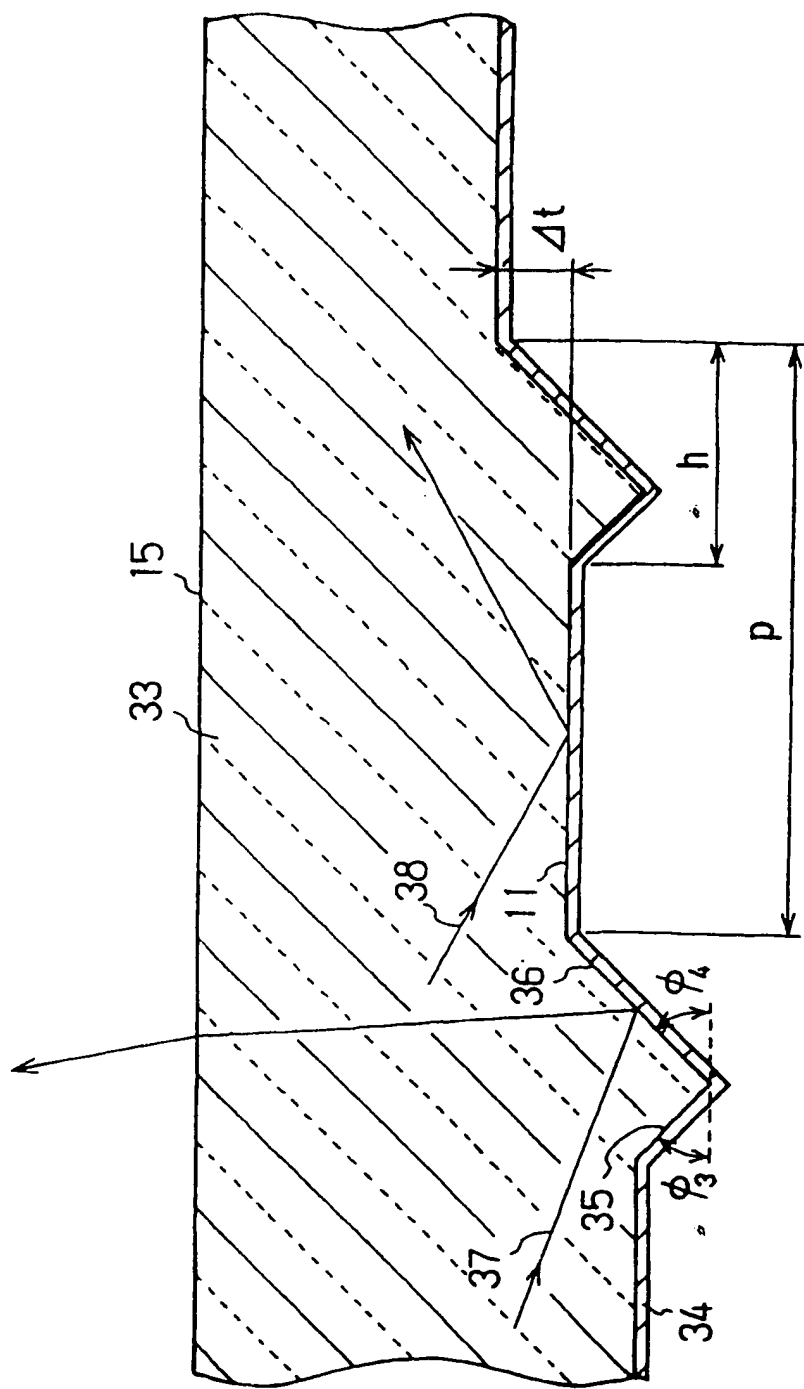


图 13

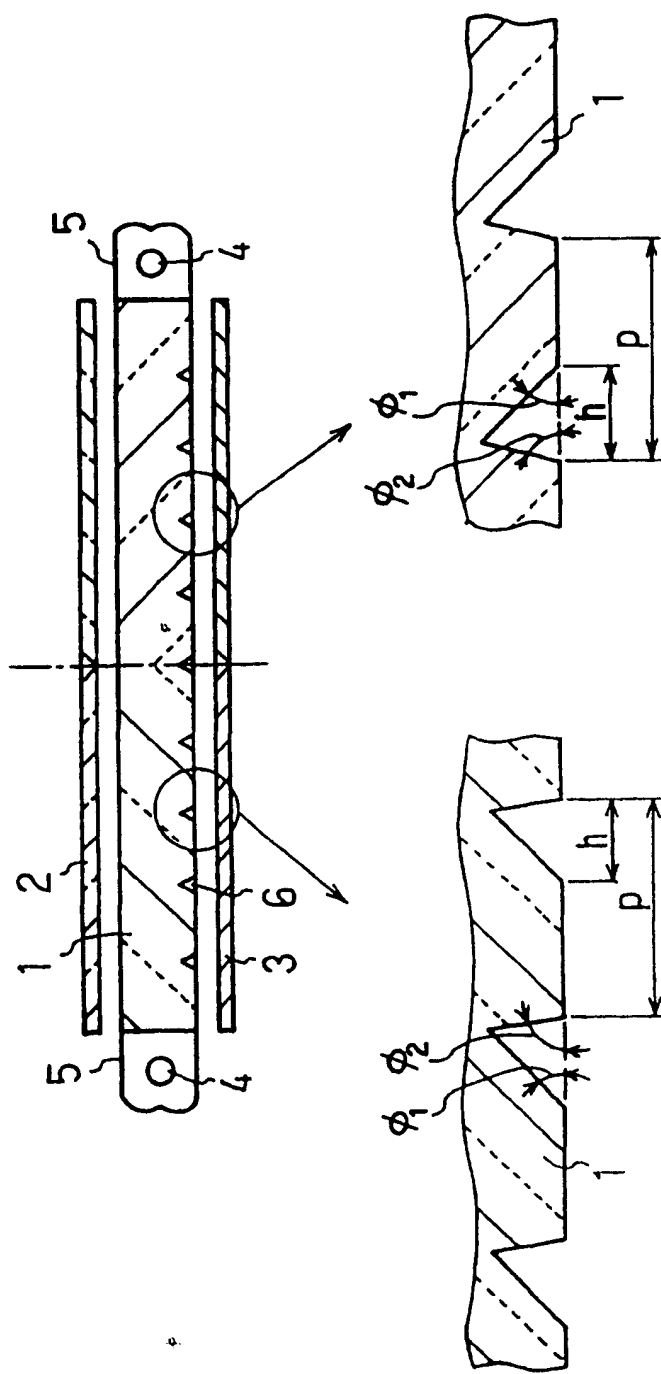


图 14



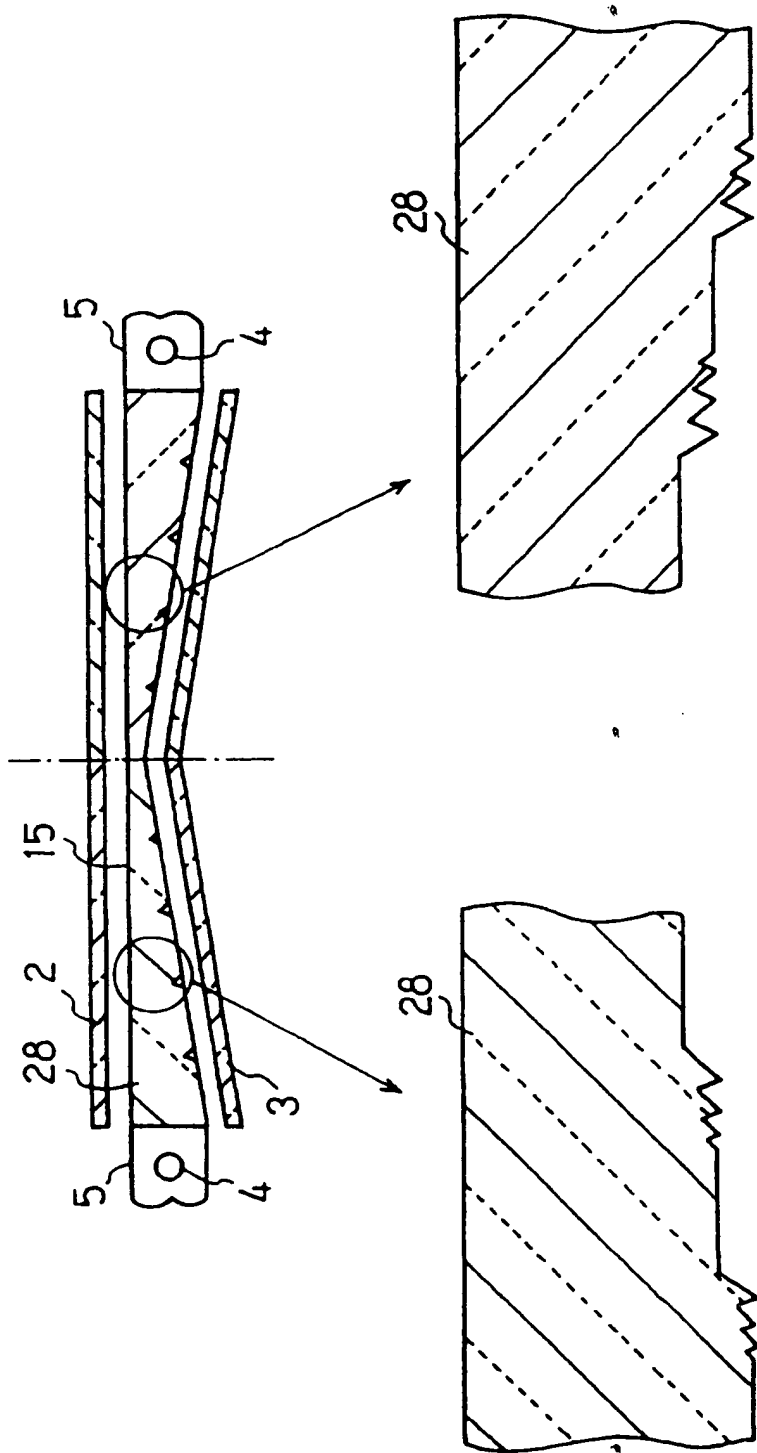


图 15

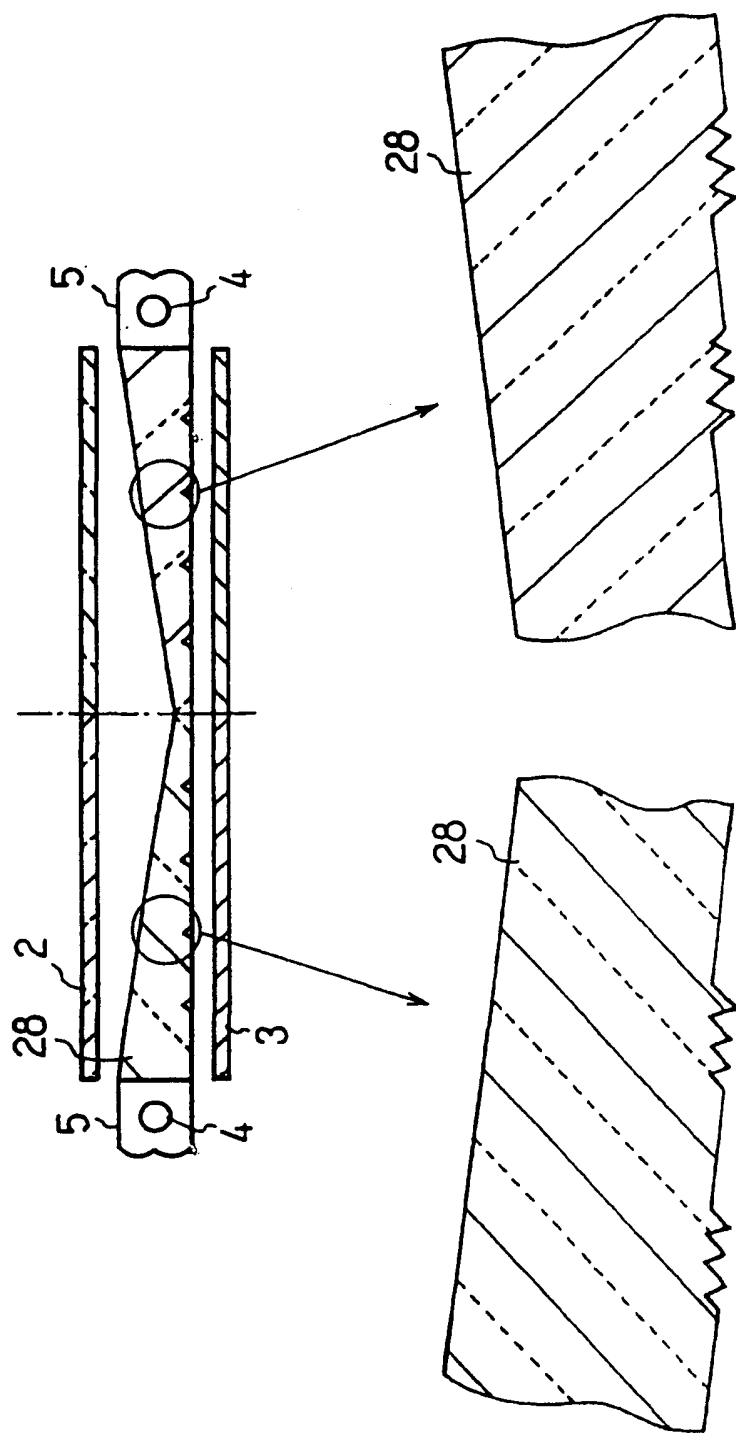
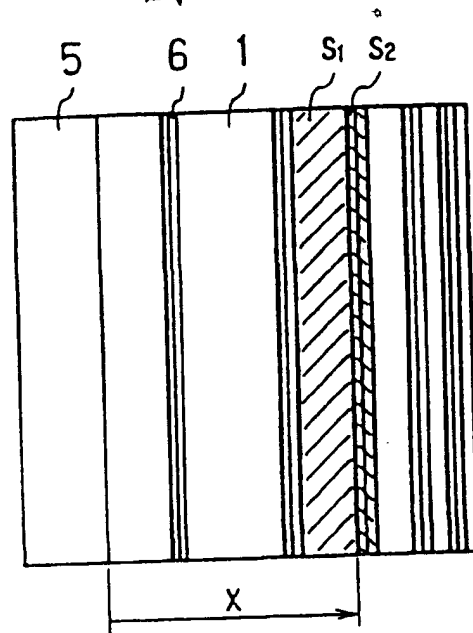


图 16

图 17

(a)



(b)

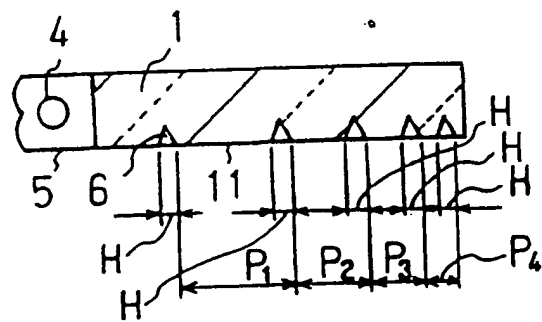


图 18

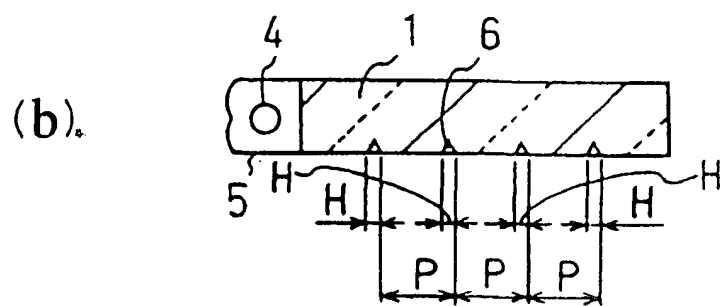
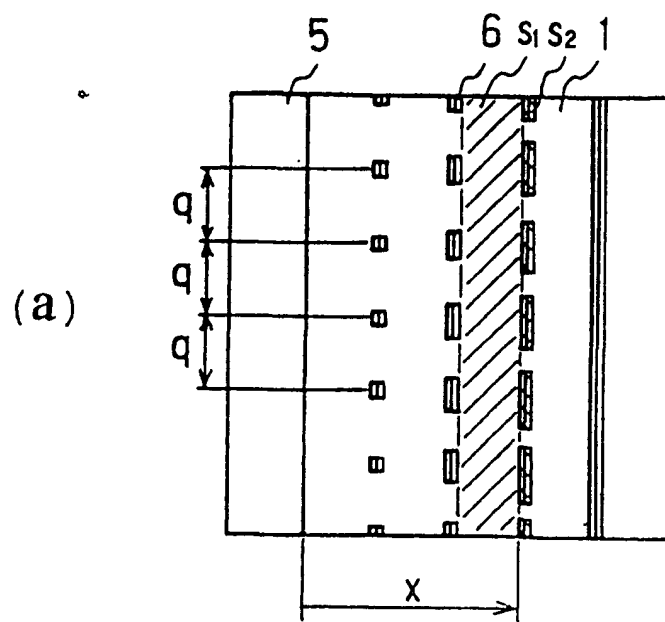
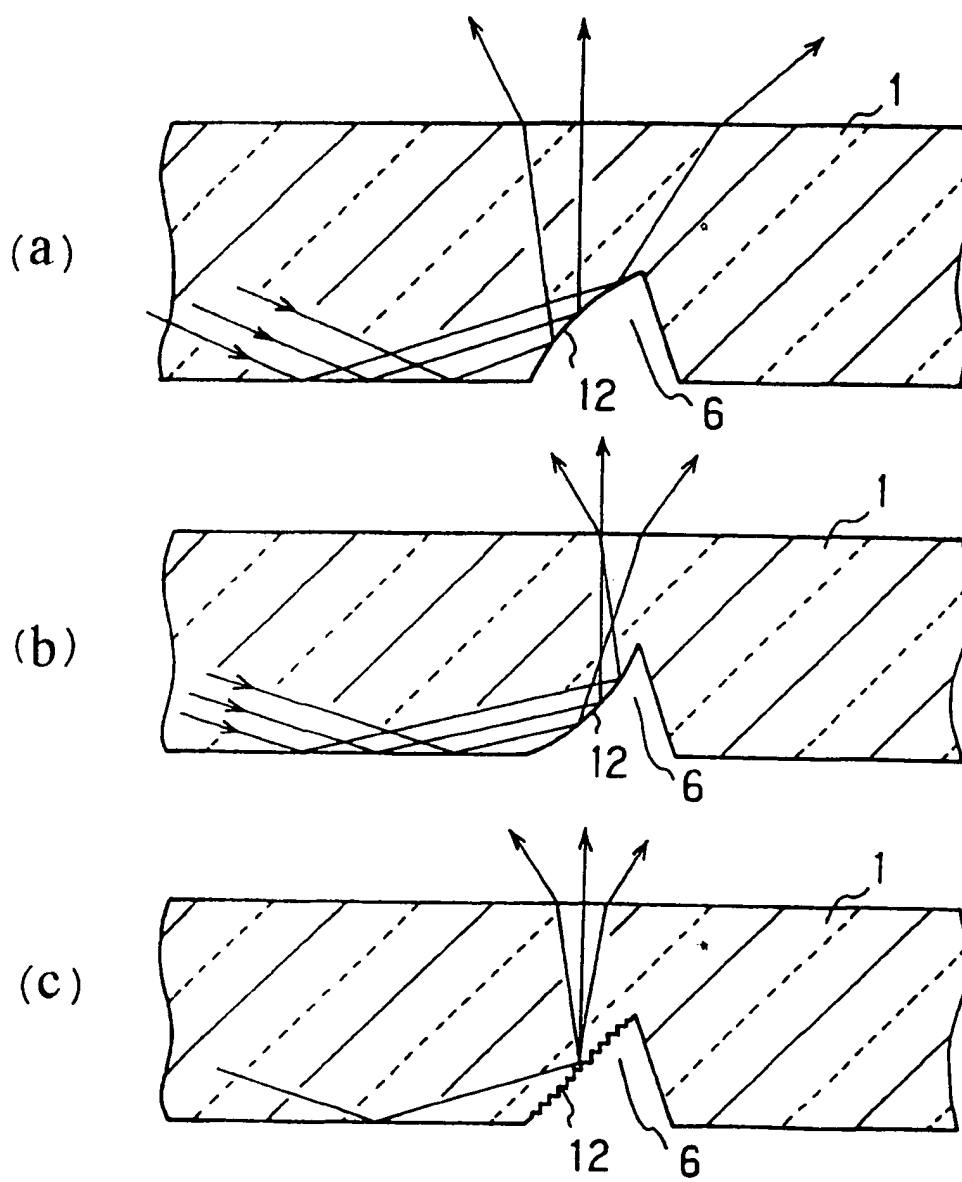


图 19



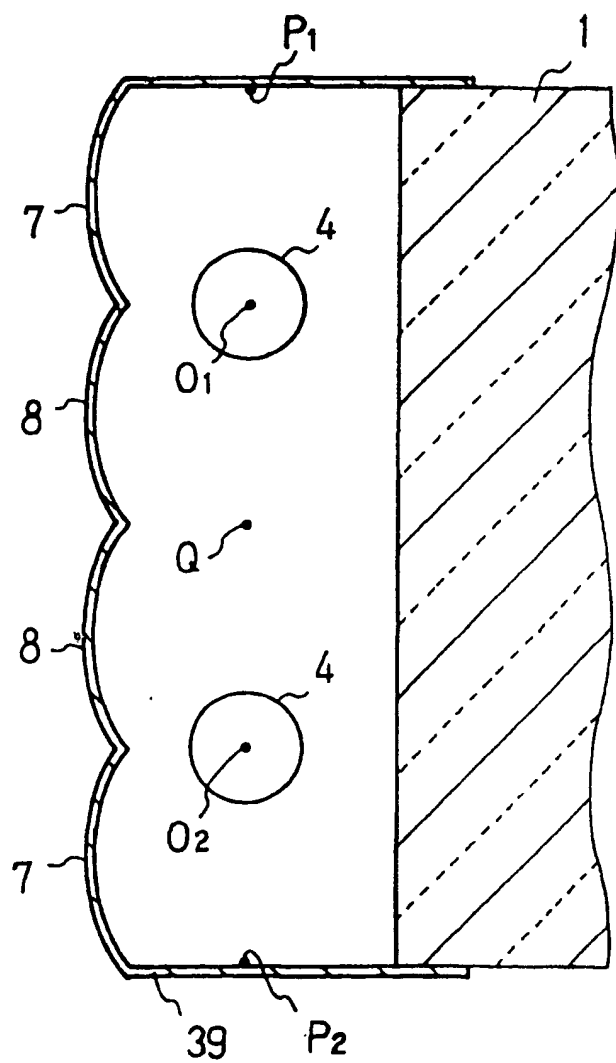


图 20

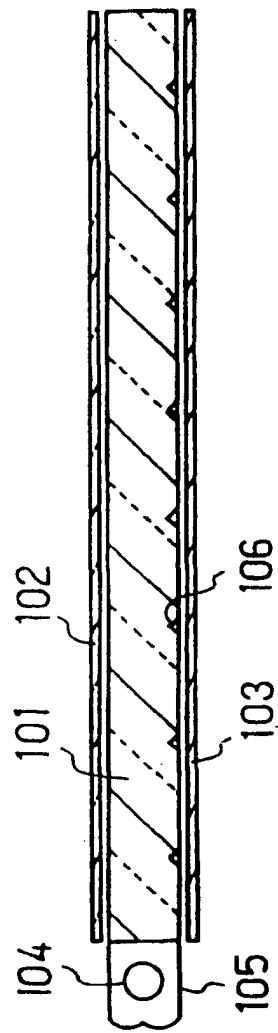


图 21

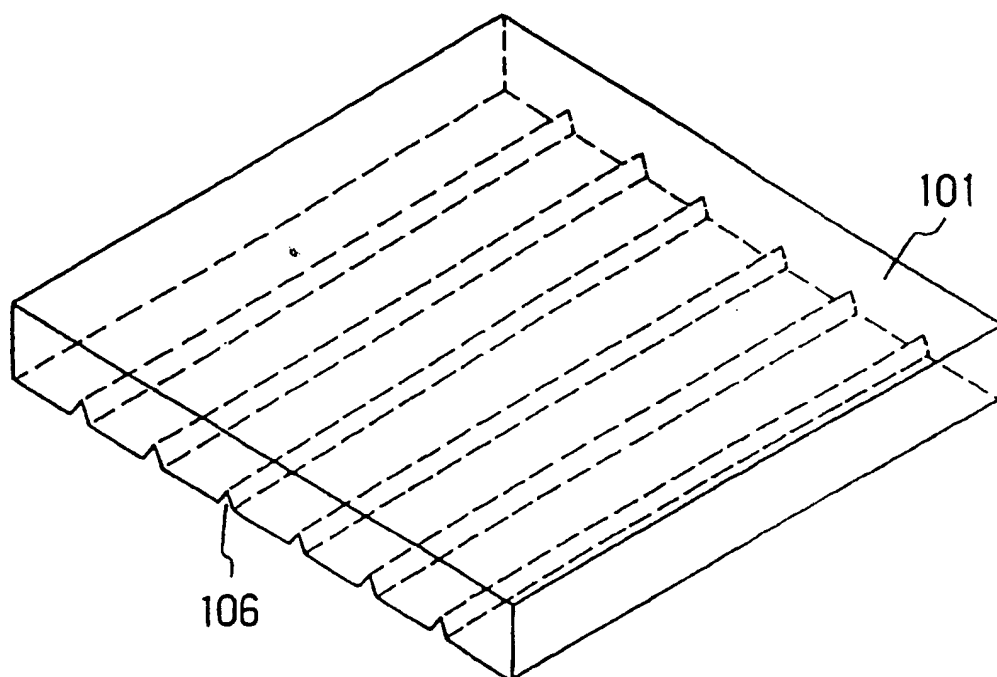


图 22



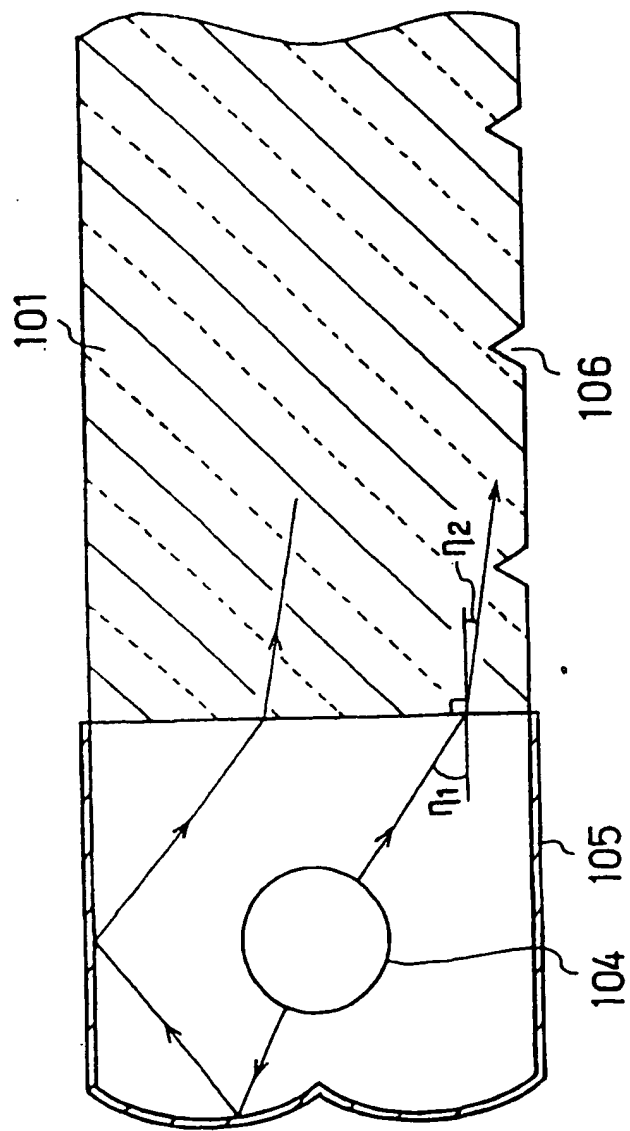


图 23

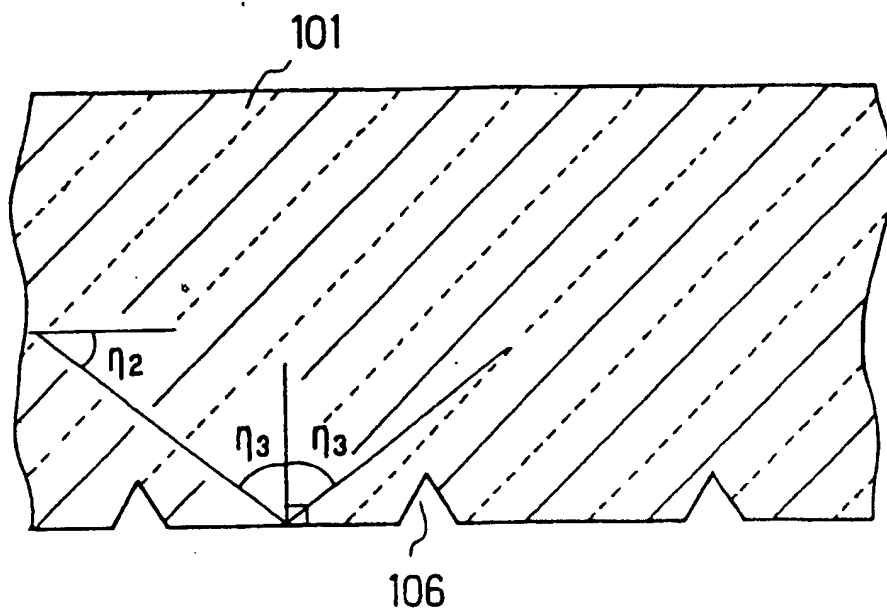


图 24

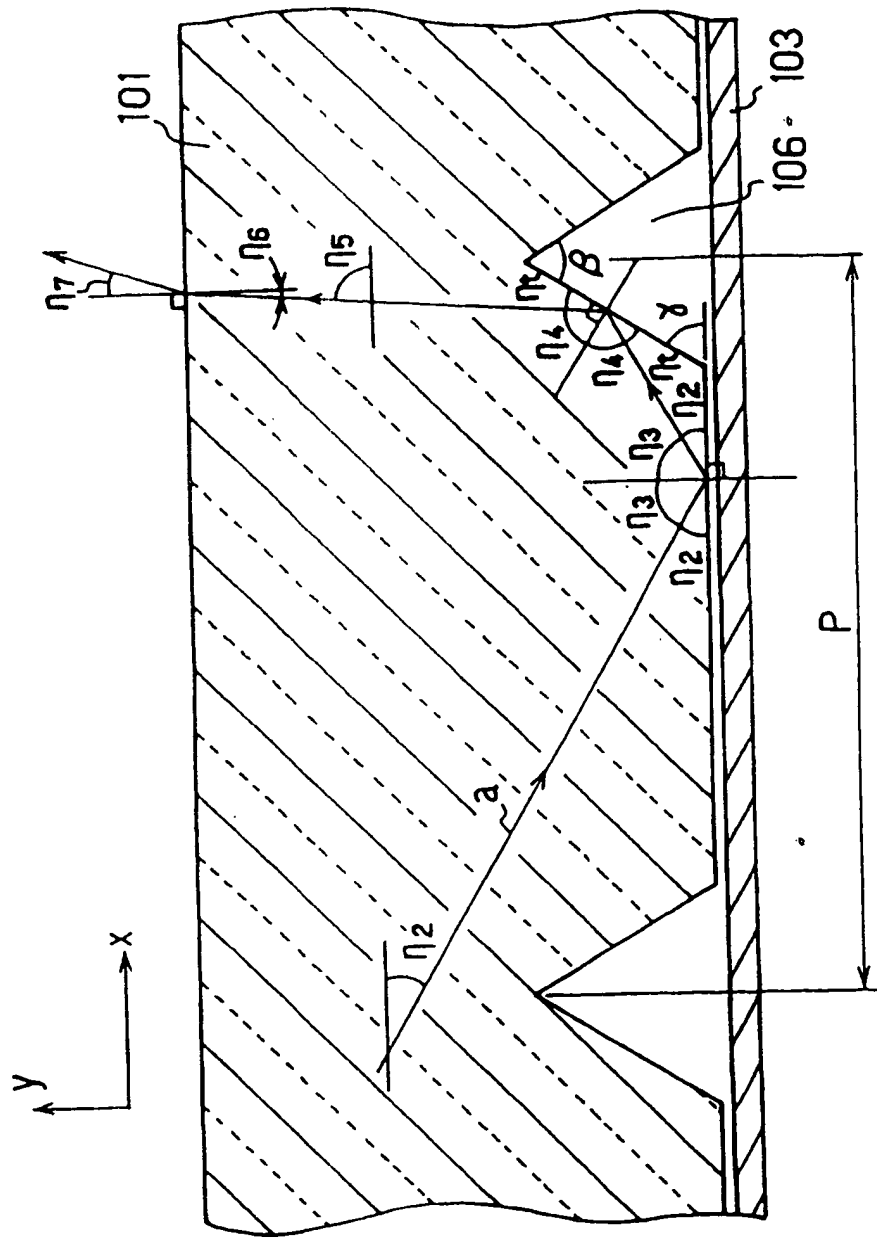


图 25

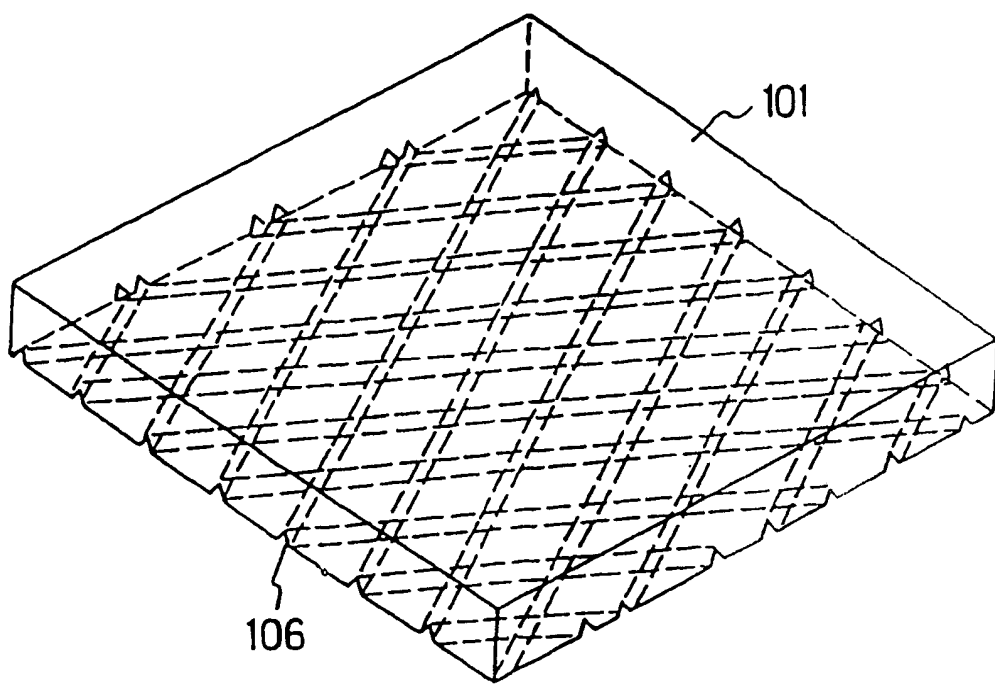


图 26

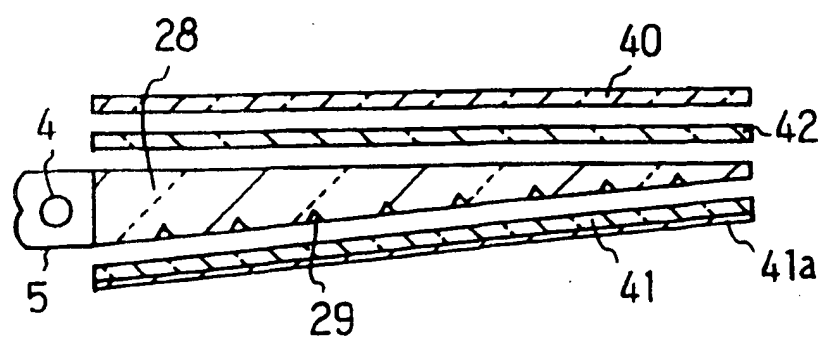


图 27

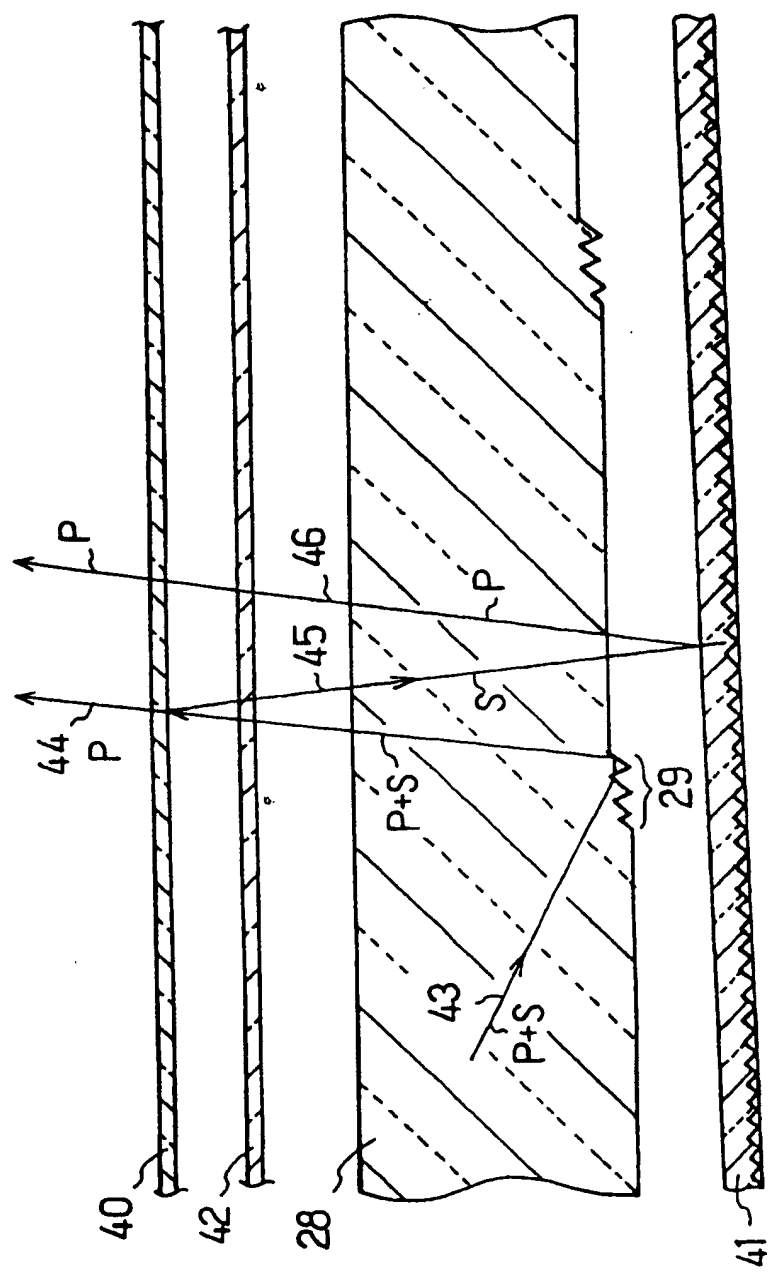
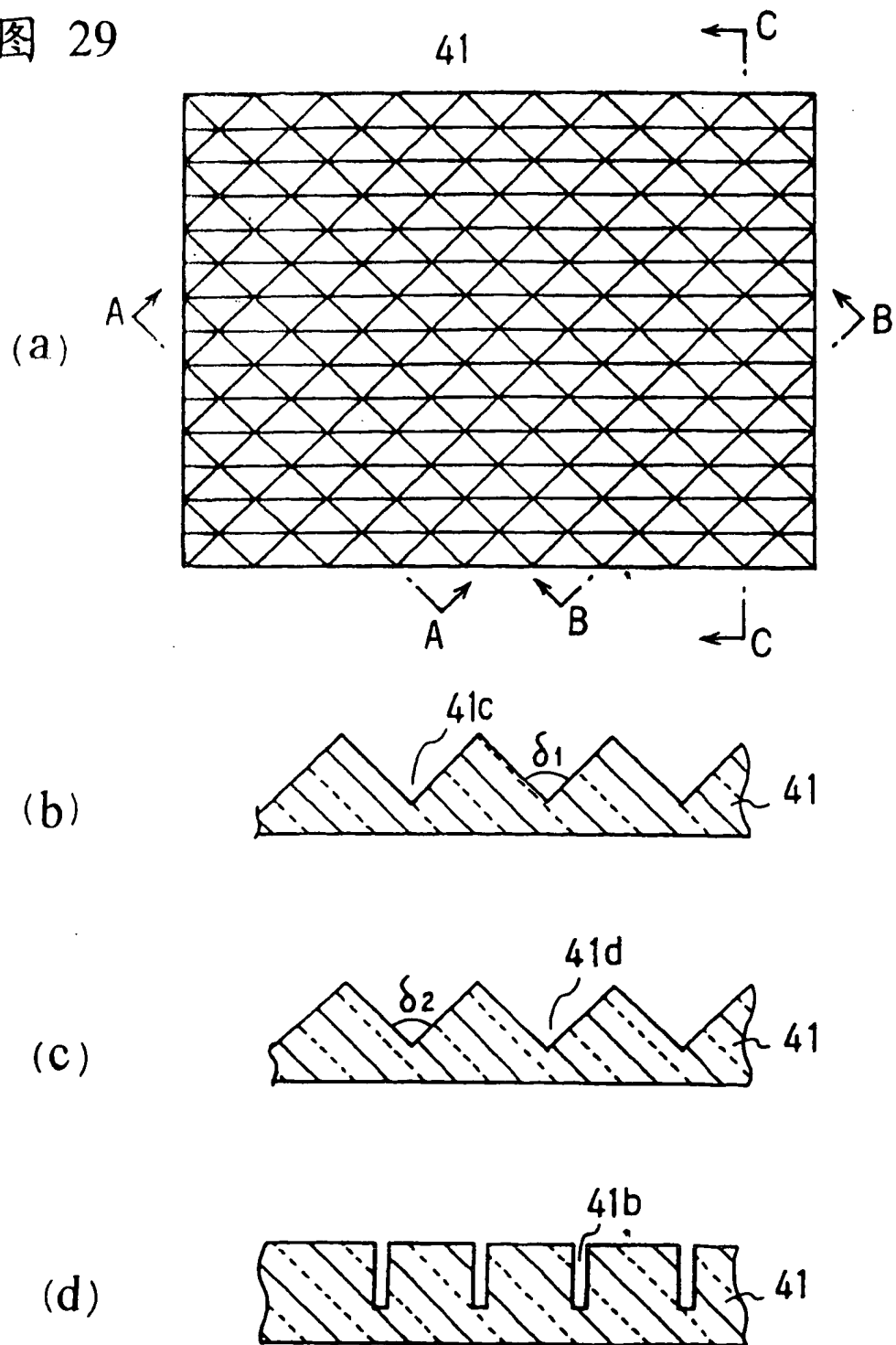


图 28

图 29



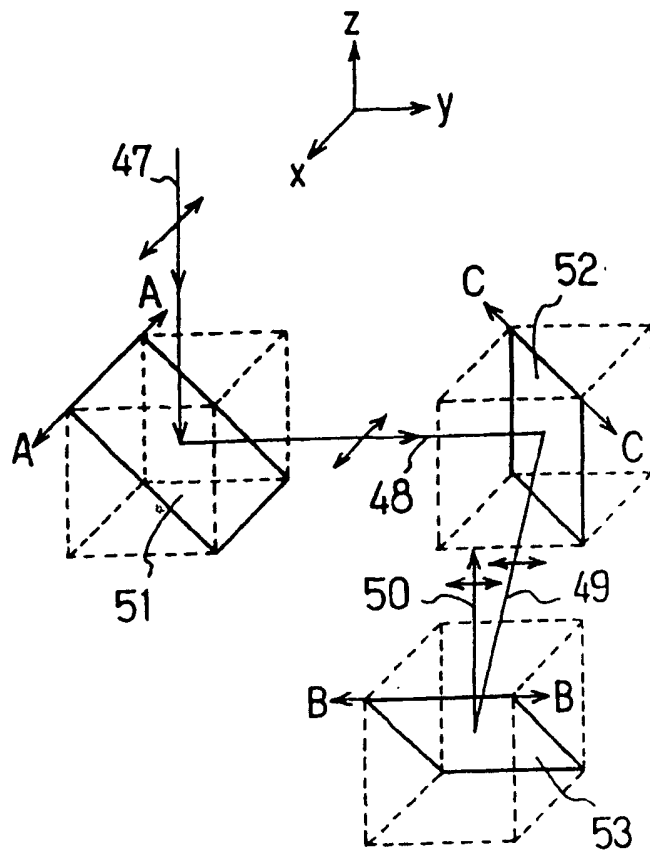
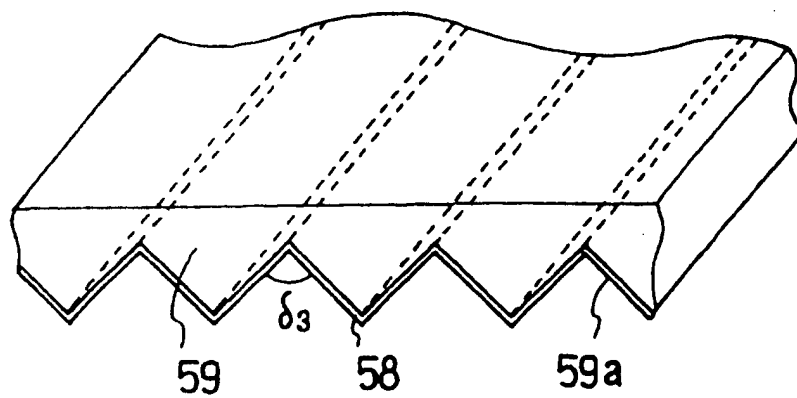


图 30



图 31

(a)



(b)

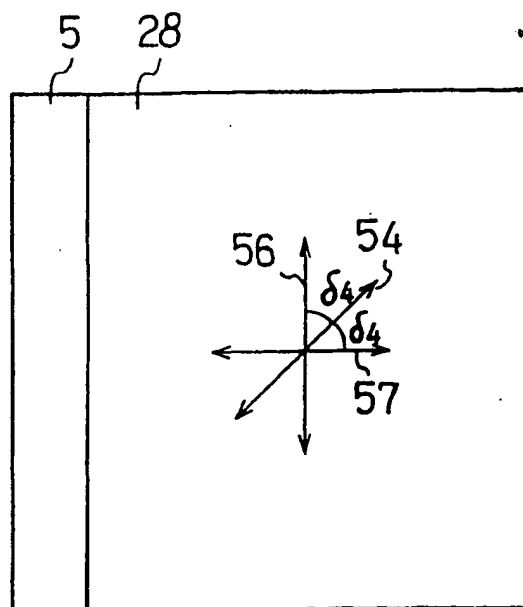


图 32

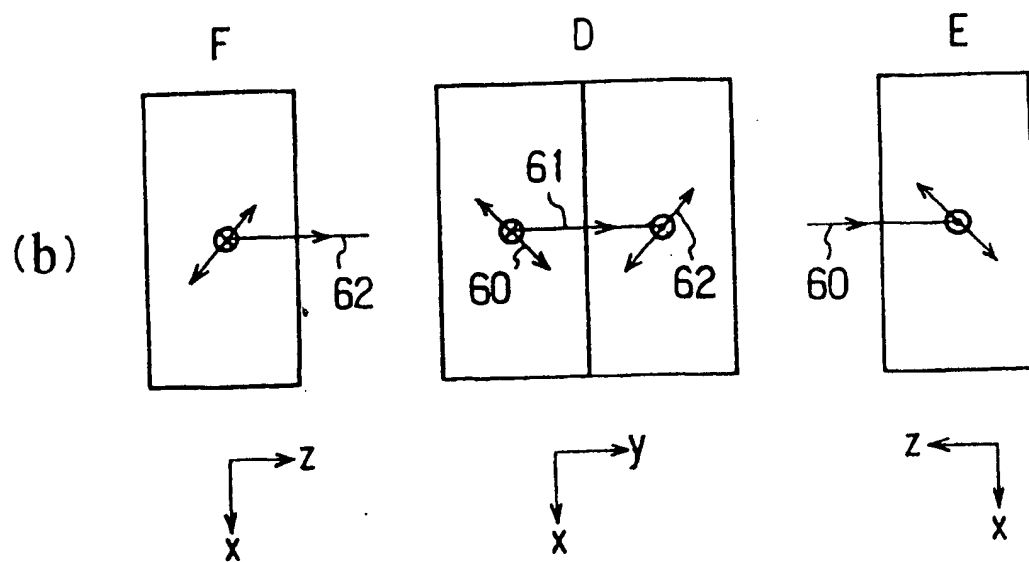
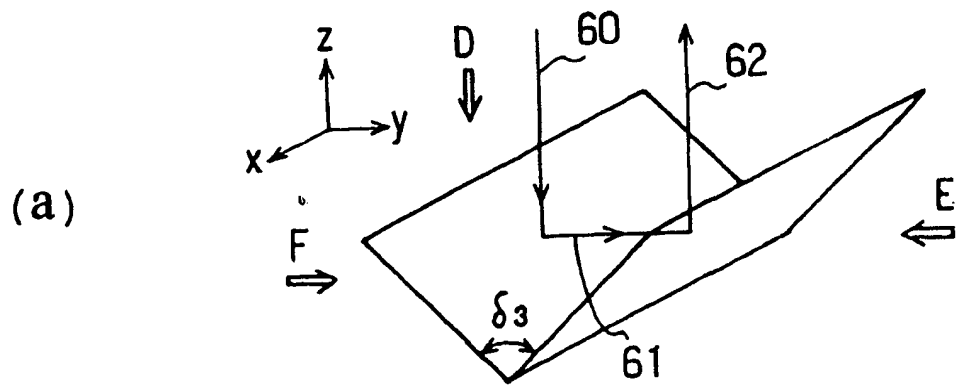
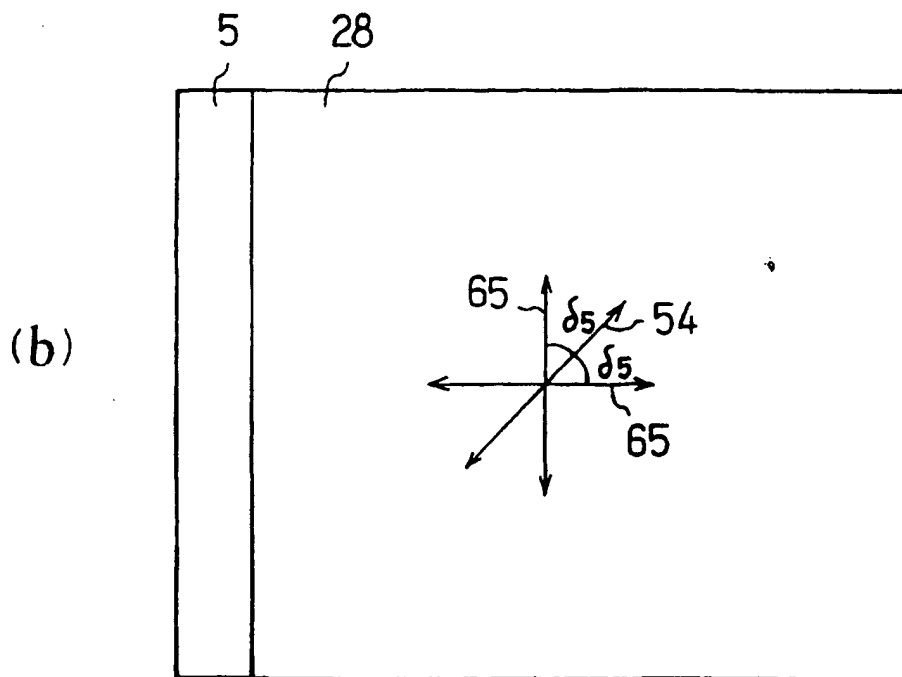
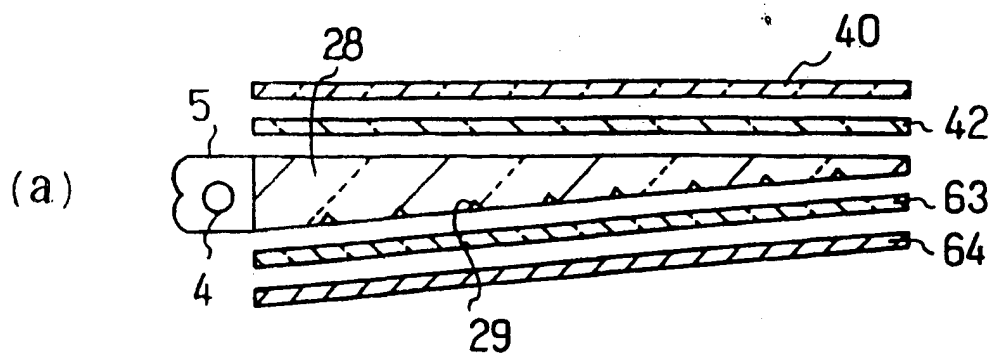


图 33



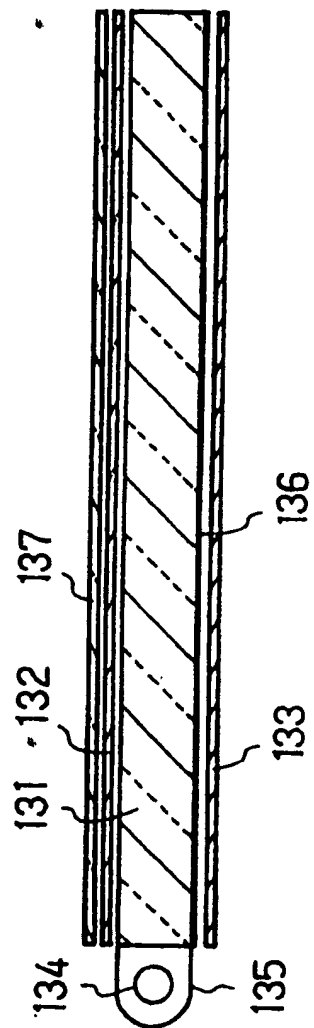


图 34

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**